

Elina Antola, Reeta Saari

Liikelaboratorion käyttö diabeetikon tukipohjallisprosessissa

Miten kävelyn aika- ja matkamuuttujien ja jalkaterän plantaaripaineen mittaamista voidaan käyttää tukipohjallisprosessissa?

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Jalkaterapia AMK

Jalkaterapian koulutusohjelma

Opinnäytetyö

2.11.2015

Tekijät Otsikko	Elina Antola, Reeta Saari Liikelaboratorion käyttö diabeetikon tukipohjallisprosessissa - Miten kävelyn aika- ja matkamuuttujen ja jalkaterän plantaaripaineen mittaamista voidaan käyttää tukipohjallisprosessissa?
Sivumäärä Aika	49 + 5 liitettä 2.11.2015
Tutkinto	Jalkaterapeutti (AMK)
Koulutusohjelma	Jalkaterapian koulutusohjelma
Ohjaajat	Jalkaterapian lehtori Pekka Anttila Jalkaterapian lehtori Matti Kantola
<p>Suomessa moni diabeetikko on oikeutettu maksusitoumuksella saamaan yksilöllisesti valmistetut tukipohjalliset, joiden tarkoituksena on yleensä ennaltaehkäistä diabeteksesta johtuvia alaraajojen komplikaatioita. Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää Metropolian liikelaboratorion laitteiston hyödynnettävyyttä diabeetikoiden tukipohjallisten arvioinnissa. Opinnäytetyön tavoitteena oli kuvata hyviä tukipohjallisten arviontikäytänteitä. Työmme oli osana VATA (vaikuttavat tavat) -hanketta, jonka tarkoituksena oli kehittää näyttöön perustuvia apuvälineiden luovutusperusteita. Yhteistyökumppanimme toimi Koivukylän terveysasema.</p> <p>Opinnäytetyön tutkimuksellinen lähestymistapa oli monimetodinen. Aineisto kerättiin systemaattisen kirjallisuuskatsauksen avulla Pubmed ja ScienceDirect -tietokannoista, Optogait ja Medilogic -laitteistoja hyödyntämällä sekä kyselylomakkeella. Tutkimusryhmä koostui kolmesta 51–65-vuotiaasta diabeetikosta, jotka käyttivät yksilöllisiä tukipohjallisia. Mittasimme jalkaterän plantaarista painetta, kävelyn askelpituutta ja askelleveyttä sekä tuki- ja heilahdusvaiheiden kestoa. Mittaukset teimme ilman tukipohjallisia sekä tukipohjallisten kanssa ja vertasimme näistä saatuja tuloksia keskenään. Aineistojen analysointi tapahtui sekä laadullisesti että määrällisesti. Lopuksi pohdimme, voisiko tämän tyyppisistä mittauksista olla hyötyä diabeetikon tukipohjallisten hankintaprosessissa.</p> <p>Plantaaripaineesta saadut tulokset viittasivat siihen, että jokaisen tutkitavan yksilölliset tukipohjalliset vähensivät painetta tietyillä jalkapohjan alueilla ja onnistuivat tasaamaan painetta laajemmalle alueelle. Kävelyn oikean ja vasemman jalan askelpituuksien erot tasaantuivat, mutta askelleveydessä erot kasvoivat. Askelleveys kuitenkin pieneni tukipohjallisia käytettäessä. Kävelyn tuki- ja heilahdusvaiheiden kestot saatiin keskiarvoisesti lähemmäksi normaaleja viitearvoja. Kyselylomakkeesta saatujen tietojen mukaan tutkitavat kokivat mittaukset hyödyllisiksi.</p> <p>Tutkimusten mukaan korkea plantaarinen paine on riskitekijä jalkahaavojen syntymiselle diabeetikolla. Medilogic -painepohjallisten avulla voidaan arvioida tukipohjallisen kevennysvaikutusta. Kirjallisuudesta kävi ilmi, että diabeetikon kävely on hitaampaa ja kävelyn tukivaihe on pitkittynyt. Optogait -järjestelmällä saadut tulokset kertovat diabeetikon kävely- ja liikkumiskyvystä. Siitä ei kuitenkaan ole varmuutta helpottuuko kävely ja liikkuminen, jos tulokset saadaan lähemmäksi viitearvoja.</p>	
Avainsanat	diabetes, tukipohjallinen, plantaarinen paine, kävely

Authors Title	Elina Antola, Reeta Saari Using Motion Laboratory Equipment when Evaluating Custom-made Insoles for Diabetic Patients - How to Use Gait Variable and Plantar Pressure Measurements when Evaluating Custom-made Insoles?
Number of Pages Date	49 pages + 5 appendices Autumn 2015
Degree	Bachelor of Health Care
Degree Programme	Podiatry
Instructors	Pekka Anttila, Senior Lecturer Matti Kantola, Senior Lecturer
<p>In Finland a lot of diabetics get custom-made insoles to prevent diabetic complications in lower limb. The purpose of this study was to investigate the usefulness of Optogait and Medilogic systems in the evaluation of custom-made insoles of a diabetic patient. The aim of this study was to describe proper evaluation standards for custom-made insoles. Study was carried out in collaboration with Koivukylä Health Centre and VATA-project, a development project for social services and health care.</p> <p>The study methods were both qualitative and quantitative. The data was collected with systematic review of the literature from the PubMed ja ScinceDirect databases and by measuring gait variables with Optogait system and plantar pressure with Medilogic pressure insoles. We also used questionnaire to collect data. The group of subjects consisted of three diabetic patients, ranging in age from 51-65 years, all using custom-made insoles. We measured their plantar pressures and gait variables with and without custom-made insoles and compared the results. Gait variables consisted of step length, step width and durations of stance and swing phase. Data collected from the literature was analyzed applying data-driven content analysis. Results from plantar pressure, gait variables and questionnaire were analyzed both qualitatively and quantitatively.</p> <p>The results of this study showed that custom-made insoles relieved plantar pressure in certain regions of the sole by distributing pressure on a wider surface. Differences in step length between the right and the left foot became more even when using custom-made insoles. Differences in step width between the right and the left foot increased, but the actual step width got smaller when using custom-made insoles. Durations of stance phase and swing phase were in average closer to normal values when using custom-made insoles. Results from the questionnaire revealed that diabetic patients experienced benefits from the measurements.</p> <p>According to research, high plantar pressure is a risk factor to diabetic ulcers. Medilogic pressure insoles are useful when investigating the pressure relieving/offloading effects of custom-made insoles. Studies show that diabetic patients walk with slower pace and that the duration of their stance phase is increased. Optogait system produces data from gait variables and mobility of diabetic patients. When investigating gait variables of a diabetic patient, use of a Optogait system could be justified. It is not certain whether bringing gait variables closer to normal will lead to a better gait.</p>	
Keywords	diabetes, custom-made insoles, plantar pressure, gait variables

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Diabeteksen vaikutukset alaraajoihin	3
2.1	Neuropatia	4
2.2	Diabeteksen vaikutus plantaaripaineeseen	5
2.3	Diabeteksen vaikutukset kävelyyn	7
3	Diabeetikoiden yksilölliset tukipohjalliset	10
3.1	Tukipohjallisten vaikutukset plantaaripaineeseen	11
3.2	Tukipohjallisten vaikutukset kävelyyn	13
4	Työn tarkoitus, tavoite ja tehtävät	14
5	Menetelmälliset ratkaisut	15
5.1	Tutkimuksellinen lähestymistapa	15
5.2	Opinnäytetyön eteneminen	19
5.3	Kohderyhmän valinta ja kuvaus	20
5.4	Aineiston kerääminen	20
5.5	Aineiston analysointi	23
6	Tulokset	26
6.1	Kirjallisuudesta saadut keskeiset tulokset	26
6.2	Muutokset plantaarisessa paineessa	26
6.3	Muutokset kävelyn aika–matkamuuttujissa	30
6.4	Hyödynnettävyysskyselyn tulokset	35
7	Johtopäätökset ja arviointi	37
7.1	Mittausten hyöty pohjallisprosessissa	37
7.2	Mittausten hyöty arviointivälineenä	39
8	Pohdinta	41
	Lähteet	46
	Liitteet	
	Liite 1. Saatekirje VATA (vaikuttavat tavat)- hanke	

Liite 2. Suostumuslomake

Liite 3. Hakusanat

Liite 4. Liikelaboratorion hyödynnettävyysskysely

Liite 5. Kirjallisuuskatsauksen lähdeviitteet

1 Johdanto

Diabetes on joukko sairauksia, joille yhteistä on liiallisesti kohonnut veren glukoosipitoisuus. Diabeteksen aineenvaihduntahäiriöt aiheutuvat joko insuliiniresistenssistä eli insuliinin vaikutuksen heikentymisestä tai haiman insuliinia tuottavien solujen vaurioitumisesta, joka johtaa insuliinin puutteeseen kehossa. Kohonneen verensokerin lisäksi todetaan usein kohonnutta verenpainetta ja häiriöitä rasva-aineenvaihdunnassa. (Ilanne-Parikka – Rönnemaa – Saha – Sane 2015: 7.) Diabetekseen voi liittyä äkillisiä ja kroonisia komplikaatioita, jotka oleellisesti vaikuttavat potilaan elämänlaatuun ja ennusteeseen (Diabetes: Käypä hoito -suositus 2013).

Diabeetikoiden kokonaismäärän ennustetaan nousevan 592 miljoonaan vuoteen 2035 mennessä. Suomalaisista jo yli 350 000 sairastaa diabetesta. (Saraheimo – Sane 2015: 10.) Ennusteen mukaan diabetekseen sairastuneiden määrä kaksinkertaistuu 10–15 vuoden aikana. Suomessa diabeteksen hoidon suorien kustannusten osuus terveydenhuollon kokonaismenoista on 15 % ja kustannukset ovat kasvussa. (Diabetes: Käypä hoito -suositus 2013.) Diabetekseen liittyvät jalkaongelmat lisäävät sairauskuluja. Diabeetikon jalkaongelmat johtuvat useimmiten neuropatian, iskemian ja ulkoisen vaurion yhteisvaikutuksesta. Myös infektiot voivat vaikuttaa merkittävästi jalkaongelman kehitykseen. (Diabeetikon jalkaongelmat: Käypä hoito -suositus 2009.)

Diabetes on yleisin neuropatiaan johtava syy länsimaissa (Boulton – Vileikyte 2011: 2). Alaraajojen neuropatiaa esiintyy 23–42 %:lla diabeetikoista. Neuropatialla on keskeinen merkitys jalkahaavan synnyssä. Sensorinen neuropatia aiheuttaa jalan tuntohäiriöitä. Motorinen neuropatia aiheuttaa asentovirheitä, joihin liittyy usein poikkeava kävelytyyli. Autonominen neuropatia johtaa ihon kuivumiseen ja halkeamiseen. Tuntohäiriö altistaa ihovauriolle. Huonosti istuvat kengät, kävely paljain jaloin, vierasesine kengässä tai äkillinen hankaus voivat edesauttaa ihovaurion syntymistä. Ihovaurio johtaa krooniseen jalkahaavaan, koska diabeetikko jatkaa suoja- ja kiputunnon puuttuessa vauriokohdan kuormittamista ja estää näin ollen haavaa paranemasta. Vääränlainen biomekaaninen kuormitus paksuntaa ihoa, mikä edelleen pahentaa kuormitusvirhettä ja johtaa usein ihonalaiseen verenpurkaumaan ja haavan syntymiseen. (Diabeetikon jalkaongelmat: Käypä hoito -suositus 2009.) Diabeettiset jalkahaavat ovat diabeteksen kenties kuormittavin ja eniten kuolleisuutta lisäävä komplikaatio (Barn – Waajiman – Nollet – Woodburn

– Bus 2015). Diabeettisen jalkahaavan uusiutumisriski seuraavien kahden vuoden aikana on jopa 50 % (Diabetes: Käypä hoito -suositus 2013).

Neuropaattisen haavan kehittyminen voidaan ehkäistä selvittämällä ja hoitamalla huolella ihon kovettumisen aiheuttajat: asentovirheet, nivelten toiminnalliset muutokset ja epäsopiva jalkine. Tämän vuoksi diabeetikko tarvitsee usein yksilöllisiä kevennyspohjallisia. (Rönnemaa 2015: 229.) Yksilölliset tukipohjalliset keventävät painekohtia ja tasapainottavat jalkaterien toimintoja (Saarikoski – Stolt – Liukkonen 2010: 354). Yksilölliset tukipohjalliset ovat yksi yleisimmistä hoitokeinoista diabeetikon jalkahaavojen ennaltaehkäisyssä (Lo – Yick – Pui – Yip 2014).

Opinnäytetyömme tarve on syntynyt VATA (vaikuttavat tavat) -hankkeen kautta. Hankkeen tavoitteena on edesauttaa sosiaali- ja terveysalaa kehittämään ja käyttämään vaikuttavia menetelmiä palvelutoiminnassaan sekä rakentaa mielekäästä kuntoutus- ja apuvälinekäytäntöä toimintakyvyn edistämiseksi (Kehittämishankkeen tutkimussuunnitelma 2014: 1-3). Sosiaali- ja terveysministeriön luoman Apuvälineiden laatusuosituksen mukaan laadukkaan apuvälinepalvelun tulee olla suunnitelmallista, tehokasta, hyvin johdettua sekä ammattitaitoista ja käyttäjälähtöistä. Apuvälineen käyttäjä saa tarvitsemansa hyödyn apuvälineestä, ja se helpottaa arjesta selviytymistä. (Apuvälineiden laatusuositus 2003: 11-18.) Nämä tavoitteet ohjaavat opinnäytetyötämme.

Opinnäytetyössämme tarkastelemme yksilöllisiä tukipohjallisia diabeetikon apuvälineenä. Keskitymme työssämme arvioimaan yksilöllisten tukipohjallisten aiheuttamia muutoksia diabeetikon kävelyn aika- ja matkamuuttujiin sekä jalkapohjan plantaaripaineeseen. Opinnäytetyön lähestymistapa on monimetodinen. Mittaamme plantaaripaineessa tapahtuneita muutoksia Medilogic-painepohjallisilla ja kävelyssä tapahtuneita muutoksia Optogait-järjestelmällä. Lisäksi selvitämme kyselylomakkeen avulla tutkittavien mielipiteitä mittausmenetelmistä. Opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää liikelaboratorion laitteiston hyödynnettävyyttä diabeetikoiden tukipohjallisten arvioinnissa.

2 Diabeteksen vaikutukset alaraajoihin

Diabetekseen voi liittyä lisäsairauksia. Diabetesspesifejä lisäsairauksia ovat diabeettinen verkkokalvosairaus (retinopatia), munuaissairaus (nefropatia) sekä hermostomuutokset (neuropatia), jotka johtuvat hiusverisuonten vaurioitumisesta. Valtimoiden toiminnan muutoksista johtuvia lisäsairauksia todetaan yleisimmin diabetesta sairastavilla. (Diabetesbarometri 2010: 43.) Diabeteksen lisäsairauksista suurimman ryhmän muodostavat valtimosairaudet kuten sydäninfarktit, aivoinfarktit ja alaraajoihin kohdistuvat alaraajaamputaatiot. Riski amputaatioon on 20 kertaa suurempi diabetesta sairastavalla kuin terveellä ihmisellä. (Niemi – Winell 2005.)

Diabeetikoiden jalkaongelmat johtuvat jalkojen verenkierron heikkenemisestä ja/tai neuropatiasta ja/tai huonosta sokeritasapainosta johtuvasta tulehdusherkyyden kasvamisesta. Edellä mainittujen tekijöiden lisäksi tarvitaan yleensä myös jonkin ulkoinen syy, joka johtaa vakavampiin ongelmiin kuten haavaumiin, lihas- ja luukudokseen ulottuviin tulehduksiin ja kuolioihin. (Rönnemaa 2015: 224.) Diabeettinen neuropatia vaikuttaa sensorisiin ja motorisiin hermoihin enimmäkseen alaraajoissa ja jaloissa (Rönnemaa 2009: 427). Monet neuropatiasta kärsivät diabeetikot ovat oireettomia eivätkä aisti jalkapohjan iholla normaalia kosketusta (Boulton – Vileikyte 2011: 1). Polyneuropatian lisäksi riskitekijöitä diabeettisen jalan muutoksiin ovat muun muassa jalkaterän virheasento, nivelen liikerajoitus sekä muuttunut plantaarinen paine (Skopljak ym. 2014).

Solutasolla tapahtuvista, diabetekseen liittyvistä muutoksista (proteiinien glykosylaatio ja kollageenin poikkeavuus) johtuen jänteet ja nivelsiteet paksuuntuvat ja jäykistyvät. Jänteiden ja nivelsiteiden muutokset näkyvät etenkin akillesjänteessä ja plantaariaponeuroosissa. Akillesjänteen ja plantaariaponeuroosin vaikutus kävelyyn on merkittävä. Myös nivelten rustojen terveys vaikuttaa kävelyyn ja seisomiseen. Ruston terveys ylläpitää jalkojen nivelten liikelaajuutta. Kollageenisäikeiden muutokset muuttavat diabeetikon ruston rakennetta. Sekä ruston jähmeys, että nivelsiteiden ja jänteiden jäykistyminen vaikuttaa jalkaterien liikelaajuuksiin. (Uccioli – Giacomozzi 2012: 520.)

Diabeteksessa ihoon ja pehmytkudoksiin kohdistuu suurempi kuormitus kuin normaalisti. Hankaavat voimat ovat normaalia korkeampia sekä jalkapohjassa että nilkan alueella. Epänormaali kuormitus, joka johtuu vertikaalisten ja hankaavien voimien yhteisvaikutuksesta, voi aiheuttaa kudოსvaurioita, jotka alkavat pehmytkudoksista ihon alta. Tämä me-

kanismi auttaa ymmärtämään haavan kehittymisen prosessia ja kudonvaurioitten merkitystä. Diabeetikon iho on usein autonomisen säätelyn häiriöistä johtuen kuiva, vähemmän joustava ja alttiimpi vammoille. (Uccioli – Giacomozzi 2012: 521.)

2.1 Neuropatia

Diabeteksen seurauksena syntyviä hermomuutoksia kutsutaan neuropatiaksi. Neuropatiaa voi kuitenkin ilmetä muillakin kuin diabeetikoilla. (Rönnemaa 2009: 427.) Se on yksi yleisimmistä pitkän aikavälin mikrovaskulaarisista komplikaatioista diabetekseen sairastuneilla. Siihen voi liittyä autonomisen ja somaattisen hermoston asteittaista tuhoutumista. Diabeettiseen neuropatiaan on monia syitä, mutta vahvinta näyttöä löytyy siitä, että syynä on krooninen hyperglykemia. (Boulton – Vileikyte 2011: 2; Diabetes: Käypä hoito -suositus 2013.) Perifeerinen (ääreishermoston) neuropatia on yleinen komplikaatio diabeetikoilla ja vauriot ovat yleensä symmetrisesti alaraajoissa. Pienellä osalla potilaista on vaikeaa kipua raajoissa, mikä vaikuttaa merkittävästi toimintakykyyn. (Fang ym. 2013.) Diabetesta sairastavien hoidossa on tärkeää mahdollisimman varhainen kartoitus muun muassa hermoston toimivuuden suhteen (Skoplajk ym. 2014).

Neuropatia jaetaan somaattiseen ja autonomiseen neuropatiaan. Somaattisessa neuropatiassa ilmenee tuntohermojen ja/tai liikehermojen viottumista. Somaattinen neuropatia esiintyy tavallisimmin alaraajoissa. Diabeettista neuropatiaa kutsutaan usein polyneuropatiaksi, mikä tarkoittaa useamman hermon tuhoutumista. (Rönnemaa 2015: 510-511.) Polyneuropatian diagnosointi perustuu sensoriikan toiminnan sekä lämpötilamuutosten arviointiin sekä monofilamentti- ja äänirautatesteihin. Nämä testit yhdessä auttavat havaitsemaan 87 % symmetrisestä distalisesta polyneuropatiasta. (Skoplajk ym. 2014.) Oireina yleensä on jalkaterissä ilmenevä pistelyn tunne, puutuminen, vihlova särky, lihaskouristukset, tuntohäiriöt sekä lihasheikkous. Autonomisessa neuropatiassa jalkojen hien erittyminen vähenee, mikä johtaa ihon kuivumiseen. Lisäksi jalkojen verenkierron säätelyjärjestelmä voi vaurioitua. (Rönnemaa 2015: 510-511.)

Jalkapohjan on osoitettu olevan todennäköisin paikka jalkahaavan kehittymiselle (Skoplajk ym. 2014). Diabeettisen jalkahaavan kehittyminen johtuu useista tekijöistä. Haavojen kehittymisen ja syntymisen taustalla voi olla perifeerinen neuropatia. (Fang ym. 2013; van Schie – Slim 2012: 205-206.) Sen uskotaan aiheuttavan muutoksia jalkaterän toimintaan ja rakenteeseen, muun muassa iho kuivuu enemmän, mikä voi helposti johtaa kovettumien syntymiseen (van Schie – Slim 2012: 205-206). Perifeerinen neuropatia

huonontaa suojatuntoa sekä lämpötilan ja kivun aistimista, jolloin tietoisuus kudokseen kohdistuvasta rasituksesta ja traumasta vähenee. Jalkapohjan pientä vammaa tai ihovauriota ei helposti huomata, mikä voi johtaa jalkahaavan kehittymiseen. (Yu ym. 2011; Diabeetikon jalkaongelmat: Käypä hoito -suositus 2009.) Ihovauriota voivat edesauttaa huonosti istuvat kengät, kävely paljain jaloin, vierasesine kengässä tai äkillinen hankaus (Diabeetikon jalkaongelmat: Käypä hoito -suositus 2009). Toinen diabeettisen jalkahaavan kehittymisen riskitekijä on korkea plantaaripaine (van Schie – Slim 2012: 205-206).

Epävakaa kävely ja horjuminen seisomisen aikana voivat olla myös neuropatiaa sairastavien diabeetikoiden ongelmana. Tämän johtuu periferisten sensoristen reseptoreiden toiminnan muutoksista. Diabeettiseen neuropatiaan liittyy kasvanut riski kaatumiselle sekä murtumille. Tämän vuoksi diabeetikkojen kaatumisen ehkäiseminen on tärkeää. (van Schie – Slim 2012: 209.)

2.2 Diabeteksen vaikutus plantaaripaineeseen

Diabeetikoilla ja perifeerisestä (ääreishermoston) neuropatiasta kärsivillä diabeetikoilla on huomattu jalkapohjan paineen (plantaaripaine) epänormaalia jakautumista (Fang ym. 2013; Yu ym. 2011). Myös ääreisverenkierron häiriöön sairastuneilla diabeetikoilla plantaarinen paine kasvaa verrattuna terveisiin. Monet jalkakivut aiheutuvat epänormaalistakin paineen jakautumisesta jalkapohjan alueella. (Burns ym. 2009.) Paine siirtyy kohti jalan etuosaa ja etuosan ja takaosan välinen paine muuttuu (Fang ym. 2013; Yu ym. 2011).

Jalkojen tuntoaistin heikkeneminen ja liikehermojen vaurioituminen johtaa jalkaterän ja varpaiden virheasentojen syntymiseen. Jalkaterän pitkittäinen kaari korostuu, päkiän keskiosa työntyy alaspäin ja varpaat koukistuvat vasaravarvas asentoon. Jalkaterän virheasennot aiheuttavat poikkeavaa paineen jakautumista ja lisääntymistä tietyillä alueilla. (Rönnemaa 2009: 193-194.) Melain ym. (2013) tutkimuksen mukaan plantaarinen paine oli korkeampi jalkaterän kaikissa osissa diabeetikoilla, joilla on ääreishermoston neuropatia (Melain ym. 2013). Barn ym. (2015) totesivat tutkimuksessaan, että diabeetikoiden jalkaterän etuosan plantaaripaine oli paljain jaloin mitattuna korkeampaa kuin keskiosan (Barn ym. 2015). Normaalissa, terveessä jalkaterässä ei ole kipua eikä anatomista tai toiminnallista virheasentoa ja paine jakautuu normaalisti painetta kantaville pinnoille eli kantapäälle, metatarsaaleille ja varpaille. Paineen jakautuessa epänormaalisti, pai-

nepiikkien kohdissa ei aina tunnu kipua, sillä asiakas voi muuttaa kävelytyyliään välttääkseen kivun tuntemista tai alueella ilmenee toiminnallinen ongelma. Tämä osoittaa, että korkea paine jalan alla on seurausta anatomisesta tai toiminnallisesta häiriöstä tai niistä molemmista. Näillä tekijöillä voi olla huomattavan vakavia seurauksia, etenkin yhdistettynä neuropatiaan ja/tai rakenteelliseen virheasentoon. (Abboud – Rowley – Newton 2000.)

On todettu, että korkean haavariskin diabeetikoilla jalkaterän virheasento on suurin dynaamiseen plantaaripaineeseen vaikuttava osatekijä. Paikalliset tekijät, kuten jalkaterän virheasento, ovat suurempia plantaaripaineen ennustavia tekijöitä kuin globaalit tekijät, kuten ikä, sukupuoli, kehon paino tai diabeteksen kesto. (Barn ym. 2015.) Esimerkiksi vasaravarpaat (claw and hammer toes) ovat yleisiä diabeteksen aiheuttamia virheasentoja, jotka ennustavat plantaarisen paineen vaihtelua ja ovat yksi syy jalkaterän etuosan plantaaripaineen kasvamiseen (Yu ym. 2011; Muellera ym. 2003). Myös pehmytkudoksen paksuus, vaivaisenluu ja etuosan nivelsairaus ovat yleisimpiä plantaarisen huippupaineen ennustavia tekijöitä. Nämä jalkaterän rakenteelliset tekijät tulisi ottaa hoidossa huomioon, sillä etuosan painepiikit saattavat johtaa ihorikkoon tai muihin vammoihin. (Muellera ym. 2003.) Vääränlaisesta kuormituksesta johtuvat ihon paksuuntumat pahentavat kuormitusvirheitä, mikä voi johtaa ihonalaiseen verenpurkaumaan ja haavan syntymiseen (Diabeetikon jalkaongelmat: Käypä hoito -suositus 2009). Yun ym. (2011) tutkimuksessa plantaarinen huippupaine isovarpaan ja metatarsaalien alla oli merkittävästi kasvanut diabeetikoilla, joilla oli vasaravarvas-virheasento. Tämä ilmeni etenkin 2. metatarsaalin pään alla, koska useimmat varpaiden virheasennot sijaitsivat tutkittavien henkilöiden kakkosvarpaissa. Ääreishermoston neuropatiasta johtuen tutkittavat aistivat vain vähän kipua jalkaterän etuosalla. (Yu ym. 2011.) Periferistä neuropatiaa sairastavilla diabeetikoilla on havaittu paineen muutoksen (takaosalta etuosalle) lisäksi plantaarisen paineen siirtyvän kohti jalan lateraalireunaa sekä kaaren aluetta ja jalkaterän etuosan lateraalireunan paineen olevan suurempi (Fang ym. 2013).

Hermoille tehdyt tutkimukset osoittivat, että paineen muutokset saattavat johtua extensor-lihasten epänormaalista supistumisesta. Jalkaterän plantaariset biomekaaniset poikkeamat olivat yhteydessä *Sural* -hermon sensoriseen ja *Peroneus communis* -hermon motoriseen epänormaaliin johtumiseen. Biomekaaniset muutokset plantaaripaineessa ovat yhteydessä alaraajan parestesiaan ja extensor- lihasten epätavalliseen supistumiseen. (Fang ym. 2013.)

Jalkaterän virheasentoja tulisi hoitaa tehokkaasti, jotta plantaaripainetta ja haavariskiä saataisiin pienennettyä. Aiemman jalkahaavan paikka on tärkeä jatkossa keventää. Koska virheasennon vaikutus on suuri, tulisi painetta pyrkiä tasaamaan, jotta haavan kehittyminen voidaan estää. Plantaaripaineen vähentäminen keventämällä on jalkahaavan parantumisen ja ennaltaehkäisyn kannalta tavoiteltavaa. (Barn ym. 2015.) Fang ym. (2013) mukaan jalkapohjan plantaaripaineen mittaaminen voi olla työkalu perifeerisen neuropatian aikaiseen diagnosointiin. (Fang ym. 2013.) Säännöllisellä plantaaripaineen tarkkailulla voidaan ennaltaehkäistä varpaiden virheasentojen ja jalkahaavojen kehittymistä. The Diabetic Committee of the American Orthopaedic Foot and Ankle Society suosittelee vuosittaisia jalkojen tutkimuksia diabeetikoille ja vielä useammin suoritettavia tutkimuksia korkean riskin potilaille. (Yu ym. 2011.) Suomessa Diabeetikon jalkaongelmat Käypä hoito- suosituksen mukaan diabeetikon jalkojen kliininen tutkimus tulee tehdä vähintään kerran vuodessa, tarvittaessa useammin, paikallisesti sovitun työnjaon mukaisesti (Diabeetikon jalkaongelmat: Käypä hoito -suositus 2009).

2.3 Diabeteksen vaikutukset kävelyyn

Jotta voidaan ymmärtää kävelyssä tapahtuvia muutoksia, on tiedettävä millaista on normaali kävely (Levine – Richards – Whittle 2012: 29). Kävely koostuu kahdesta vaiheesta: tuki- ja heilahdusvaiheesta. Ne voidaan jakaa vielä eri osiin. Tukivaiheeseen kuuluu kantaisku-, keskituki, kannankohotus- ja varvastyöntövaihe. Heilahdusvaiheeseen kuuluu taas alku-, keski- ja loppuheilahdusvaihe. (Kauranen – Nurkka 2010: 383-385.)

Ääreishermoston muutokset voivat aiheuttaa muutoksia diabeetikoiden kävelyyn ja heillä on suurempi kaatumisriski (Brown ym. 2014; Karmakar ym. 2014). Tutkimuksissa on todettu, että diabeetikoiden kävelyvauhti on hitaampaa kuin terveillä henkilöillä (Fang ym. 2013; Kwon ym. 2003; Savelberg ym. 2010; Sawacha ym. 2009). Diabeetikoilla ja etenkin neuropatiaa sairastavilla vartalon ja alaraajojen nivelten liikkuvuudet (sekä staattinen että dynaaminen) ovat vähentyneet (Kwon ym. 2003; Savelberg ym. 2010; Sawacha ym. 2009). Sekä perifeeristä polyneuropatiaa sairastavien, että ilman neuropaattisia komplikaatioita olevien diabeetikoiden polvissa ja nilkoissa ilmenee tutkimusten mukaan vähemmän vääntömomenttia kävelyn aikana (Brown ym. 2014; Kwon ym. 2003; Sawacha ym. 2009). Nilkanivelten kestävyys on pienempi näillä ryhmillä. Nilkan toimintaan vaikuttavat voimat ovat kuitenkin suuremmat perifeeristä neuropatiaa sairastavilla. Tämä tarkoittaa sitä, että diabeetikoiden kävelyssä alaraajan nivelissä ilmenee vähemmän

vääntömomenttia, mutta nilkkaa liikuttavat voimat ovat suurempia kuin normaaleilla ihmisillä. Tämä edesauttaa tasapainon menettämistä ja siten lisää kaatumisriskiä. (Brown ym. 2014.) Kaatumisia voidaan ehkäistä apuvälineillä (Karmakar ym. 2014).

“Voiman momentti ilmaisee kappaleeseen vaikuttavan voiman vääntövaikutuksen tietyn kiintopisteen tai akselin (tukipisteen) suhteen.” Vääntömomentti on voiman vääntökykyä kuvaava suure esim. fysioterapian ja biomekaniikan kirjallisuudessa. Voiman suuruus ja vipuvarren pituus ovat olennaisia tekijöitä voiman vääntövaikutuksen suuruuteen. (Kauranen – Nurkka 2010: 235.)

Tutkimusten mukaan diabeetikoilla sekä polyneuropatiaa sairastavilla diabeetikoilla *Tibialis anterior* -lihaksen aktiivisuus kävelyn aikana on merkittävästi pitkittynyt (Kwon ym. 2003; Savelberg ym. 2010). Tämä tarkoittaa, että lihas toimii yhtäaikaisesti *Gastrocnemius*- ja *Soleus*-lihasten kanssa. Lihasten yhtäaikainen toiminta saattaa vakauttaa nilkkaa kantauskun aikana ja parantaa jalkaterän stabiiliutta tukivaiheen alussa. (Kwon ym. 2003.) *Tibialis anterior* -lihaksen muuttunut toiminta johtaa jalkaterän alustaan laskeutumisessa kantauskun jälkeen hallinnan pettämisen. Jalkaterä tulee maahan siis vähemmän hallitusti ja jalkaterän etuosa “läpsähtää” alustaan. (Abboud ym. 2000; Uccioli – Giacomozzi 2012: 521.) *Triceps surae* -lihaksen ennenaikainen aktivaatio voi olla toinen syy etuosan ennenaikaiseen kontaktiin maahan, kantauskun iskunvaimennuksen vähentämiseen ja etuosan impulssin lisäämiseen. *Triceps surae* -lihasten ennenaikainen aktivaatio diabeetikoilla voi aiheuttaa epänormaalia etuosan paineen jakautumista ja voi yhdistettynä virheasentoihin johtaa haavautumiseen. (Kwon ym. 2003.)

Diabetes aiheuttaa vakavia vaurioita hermojen johtumiseen ja huonontaa lihassäikeiden hallintaa. Tämän seurauksena *intrinsic*- ja *extrinsic*-lihakset jalkaterässä vaurioituvat. *Intrinsic*-lihasten toiminnan muutokset johtavat jalkaterän luiden ja kaarirakenteiden huonoon kontrollointiin kävelyn kuormitusvasteen ja työntövaiheen aikana. Jalkaterän lihasten ja nivelsiteiden toiminnan välinen epätasapaino vaikuttaa kävelyyn. (Uccioli – Giacomozzi 2012: 521.)

Karmakar ym. (2014) mittasivat GaitMeter-laitteella kävelyn muuttujia ja tasapainoa kivuliaasta neuropatiasta kärsivillä. Kahta kuuden viikon testijaksoa verrattiin, joista toisessa jaksossa tutkittavat saivat kivunlievitystä, toisessa placeboa. GaitMeterillä saaduissa tuloksissa ei ollut eroja 50 metrin matkan kävelemisen kestossa. Lääkehoitoa käytettäessä asiakkaiden kävelyn askelpituus ja askelnopeuden vaihtelevuus kasvoivat.

Placeboa käytettäessä taas askelnopeuden vaihtelu väheni. Tulokset osoittavat, ettei kivun hoito neuropaattisesta kivusta kärsivillä välttämättä paranna kävelyn muutoksia, vaan saattaa jopa vaikuttaa negatiivisesti kävelyyn. Tutkimuksessa ei saavutettu merkittävää kivunlievitystä. Kävelyssä tapahtuneet muutokset olisivat voineet olla parempia, jos oltaisi saavutettu parempi kivunlievitys. (Karmakar ym. 2014.)

3 Diabeetikoiden yksilölliset tukipohjalliset

Diabeetikoille suositellaan käytettäväksi yksilöllisesti tehtyjä tukipohjallisia (Tang ym. 2014). Ne ovat yksi yleisimmistä hoitokeinoista diabeetikon jalkahaavojen ennaltaehkäisyssä (Lo ym. 2014). Yksilöllisten tukipohjallisten on todettu vähentävän diabeetikoiden plantaarista huippupainetta, haavojen syntymistä sekä amputaatioita (Burns ym. 2009). Varsinkin korkean haavariskin potilaiden jalkojen suojaamisessa on olennaista käyttää yksilöllisiä tukipohjallisia sekä terapeuttisia/yksilöllisiä kenkiä (Burns ym. 2009; Fernandez ym. 2013; Tang ym. 2014).

Tukipohjallisterapia on looginen ratkaisu, koska useimmat diabeettisen jalan komplikaatiot ovat syntyneet liiallisen kuormituksen ja paineen alla. Tukipohjallisterapian tarve on huomioitava jo riskijalan tunnistamishetkellä. Se on erittäin tehokas ehkäisevä hoito. (Nissén – Liukkonen 2012: 680.) Niillä pyritään pitämään jalkaterä oikeassa asennossa, muuttamaan jalan asentoa, keventämään kivuliasta kohtaa tai muuttamaan jalkaterän liikkuvuutta. Pohjallisilla voi olla suora vaikutus jalkaterän eri segmentteihin, mutta ne voivat myös muuttaa koko kehon asentoa. (Levine – Richards – Whittle 2012: 164.) Pohjallisia käytetään suojaamaan jalkoja, joissa on muun muassa heikko verenkierto tai virheasento (Kruus-Niemelä 2010: 155).

Valmistusvaiheessa on tärkeää huomioida tukipohjallisten mukautuvuus/mukavuus, iskunvaimennus ja tuki. Tukipohjallisten materiaalin laatu, tiheys ja paksuus ovat vahvasti yhteydessä kosteudenimemiskykyyn ja lämpöominaisuuksiin. (Lo ym. 2014.) Yksinkertaisin tapa on pehmustaa painepiikkejä ohuilla iskunvaimennuspohjallisilla. Puolijäykkiä tukipohjallisia käytetään, kun tarkoituksena on muuttaa tai ohjata jalan dynamiikkaa. (Kruus-Niemelä 2010: 155; Nissén – Liukkonen 2012: 680.) Ne mahdollistavat kontrolloidun korjauksen muuttamalla voimia, jotka kohdistuvat jalkaterään. Jäykkiä eli korjavia tukipohjallisia käytetään silloin kun tavoitellaan suuria liikkeen muutoksia tai rajoituksia. (Kruus-Niemelä 2010: 155.) Painetta tasaavien ja sisäkaaren romahtamista estävien pohjallisten käyttö voi ehkäistä haavautumista. Parhaiten painetta poistaa luja pohjallinen, johon on lisätty iskunvaimennuskerros. Käytettäessä kokopitkiä pohjallisia päkiän alueella varmistetaan, että plantaarinen kuormitus on tasaista. (Nissén – Liukkonen 2012: 680.) Jalkaterät, joissa on vähentynyt suojatunto virheasentojen lisäksi, ilman aiempaa jalkahaavaa, tarvitsevat yksilölliset ja painetta jakavat kevennyspohjalliset, joiden etuosassa on otettu huomioon vasaravarpaat (Uccioli – Giacomozzi 2012: 522, 525).

On tärkeää tehdä huolellinen kliininen lääkärintutkimus, joka sisältää jalkaterän painannekuvien ottamisen. Ortopedisten tukipohjallisten käyttö vähentää merkittävästi diabeettisen neuropatian oireita (Skopljak ym. 2014).

Suurempi keventävä vaikutus saavutetaan, kun plantaarista kuormitusta siirretään jalkaterän keskiosalle ilman, että kuormitetaan lisää muita jalan rakenteita. Janisse ja Janisse (2010) ovat tehneet yhteenvedon neuropatiaa sairastavan diabeetikon yksilöllisten tukipohjallisten vaatimuksista. Neuropatiaa sairastavan diabeetikon tukipohjallisten täytyy olla yksilöllisesti valmistettuja ja niiden on tasattava plantaarista painetta. Yksilöllisissä tukipohjallisissa tulisi olla tukeva runko, jonka päällä on pehmeä ja mukautuva päällysmateriaali. Koko jalkapohjan tulisi kuormittua asiakkaan seistessä. Rungon tulee olla tukevaa, iskua vaimentavaa ja helposti muokattavaa materiaalia. Sopivia materiaaleja ovat muun muassa EVA ja korkin ja EVA:n yhdistelmät (sekä thermoplastic, latex rubber, fiberglass). Sopivia komponentteja (pads) voidaan käyttää tietyille alueille keventämään painetta. (Uccioli – Giacomozzi 2012: 531, mukaan.)

3.1 Tukipohjallisten vaikutukset plantaaripaineeseen

Tukipohjalliset tasaavat huomattavasti jalkapohjan painetta ja lievittävät kipua. Kivun lievitykseen ja toimintakyvyn paranemiseen vaikuttavat myös yksilölliset, hyvät jalkineet. (Burns ym. 2009; Chen – Lee – Lee 2014; Fernandez ym. 2013.) EVA- materiaalista tehdyt yksilölliset tukipohjalliset keventävät painetta paremmin kuin tehdasvalmisteiset (Tang ym. 2014). Tarkoituksena on vähentää painetta luisten prominenttien alueiden alla jalkaterässä, etenkin metatarsaalien päiden alla (Chen ym. 2014). Mahdollisimman pitkä kaaren tuki ja Poron-materiaali pohjallisissa jakavat ja tasaavat painetta jalkapohjan alueella (Fernandez ym. 2013).

Fernandez ym. (2013) seurasivat kaksi vuotta yksilöllisten tukipohjallisten vaikuttavuutta diabeetikoilla vertailemalla haavojen uusiutumista, amputaatiolukuja ja päivittäisistä toiminnoista selviytymistä. Diabeetikoille tehtiin yksilölliset tukipohjalliset sekä kengät biomekaanisten tutkimusten mukaan. Tutkijat vertasivat myös huippupaineen eroja tukipohjallisten kanssa ja ilman pohjallisia. Ennen tutkimusta haavojen uusiutuminen oli 79 % ja amputaatioluku 54 %. Kahden vuoden ortoositerapian jälkeen haavojen uusiutuminen oli 15 % ja amputaatioluku 6 %. Ortoositerapialla saatiin vähennettyä painepiikkejä. (Fernandez ym. 2013.)

Waaijman ym. (2012) selvittivät miten painepohjallisia voidaan hyödyntää tutkittaessa diabeetikoiden yksilöllisten tukipohjallisten ja yksilöllisten jalkineiden kevennysvaikutuksia. Dynaamista plantaaripainetta mitattiin 117 diabeetikolta, joilla oli neuropatia sekä parantunut plantaarinen haava. 85 tutkittavan korkeita huippupaineita (paine > 200 kPa) pyrittiin vähentämään tekemällä muutoksia jalkineisiin ja pohjallisiin. Plantaaripainetta mitattiin uudelleen, kun apuvälineisiin oli tehty maksimissaan kolme kertaa muutostöitä. Plantaaripaineita verrattiin kontrolliryhmään, joiden jalkineisiin ei tehty muutoksia. Kevennämällä aiemman haavan paikan, huippupaineen sekä toiseksi korkeimmat huippupaineet vähenivät jopa 32 %, 21 % ja 15 % jalkineiden muutostöiden jälkeen. Paineet olivat 24–28 % matalampia kuin kontrolliryhmällä. (Waaijman ym. 2012.)

Guldemon ym. (2007) mukaan pohjalliseen lisätyt päkiäpelotit ja kaaren tuet vähentävät plantaarista painetta jalkaterän etuosan keskellä ja mediaalipuolella. He arvioivat juoksumatolla kävellessä tukipohjallisen rakenteen vaikutusta neuropatiaa sairastavan diabeetikon plantaaripaineeseen ja kävelyn mukavuuteen (convenience). Arvioitavia rakenteeltaan erilaisia pohjallisia oli 12. Tukipohjalliset koostuivat peruspohjallisista johon lisättiin eri paksuisia komponentteja, joita olivat päkiäpelotti (metatarsal dome), varus- ja valguskiilat sekä kaaren tuet. Plantaaripainetta mitattiin Pedar Insole-painepohjallisilla. Painetta saatiin vähennettyä jalan keski- ja mediaaliosilla jopa 36–39 % käytettäessä päkiäpelottia sekä erikorkuisia kaaren tukia (standard and extra supports). Suurin kevennysvaikutus saavutettiin yhdistämällä päkiäpelotti ja korkein kaaren tuki. Peruspohjalliseen yhdistetty standardipaksuinen kaaren tuki antoi parhaimmat pisteet kävelymukavuudesta. (Guldemon ym. 2007.)

Bus ym. (2004) tutkivat yksilöllisten tukipohjallisten vaikutuksia plantaaripaineeseen ja kuormituksen jakautumiseen neuropatiaa sairastavilla diabeetikoilla, joilla oli jalkaterän virheasento. Tulokset osoittivat, että yksilölliset tukipohjalliset vähentävät merkittävästi maksimipainetta ja paineen viipymistä kantapään ja ensimmäisen metatarsaalin alueilla. Paine ja sen viipyminen toisaalta kasvoi merkittävästi jalan keskiosan mediaalipuolella verrattuna litteisiin pohjallisiin. Tutkijoiden mukaan yksilölliset tukipohjalliset olivat litteitä pohjallisia tehokkaampia kevennämään 1. metatarsaalin aluetta, mutta kevennysvaikutuksissa yksilöiden välillä oli eroja. Suurin kevennysvaikutus saavutettiin kantapäällä. (Bus – Ulbrecht – Cavanagh 2004.)

3.2 Tukipohjallisten vaikutukset kävelyyn

Yksilölliset tukipohjalliset ovat kiputiloja helpottavia ja jalkaterien rakenteellisia virheasentoja tukevia ja korjaavia apuvälineitä (Ahonen – Kantola – Liukkonen 2012: 400). Tukipohjallisilla muutetaan alaraajojen linjauksia ja toimintoja suljetussa kineettisessä ketjussa. Jos jalkaterien toimintoja ei saada korjatuksi, pyritään yksilöllisillä tukipohjallisilla estämään virheasennon paheneminen. Tukipohjallisten avulla pyritään kontrolloimaan subtalaarinivelen supinaation ja pronaation määrää ja oikea-aikaisuutta kävelyn aikana. (Ahonen ym. 2012: 419-420.)

Normaaliin väestöön verrattuna diabeetikot kävelevät hitaammin, ottavat lyhyempiä askeleita ja heidän jalkateriensä etuosilla on enemmän painetta kävelyn aikana. Diabeetista neuropatiaa sairastavilla kävely on epävakaampaa ja hitaampaa. (Fang ym. 2013.) Burns ym. (2009) tutkimuksessa todettiin, että jos yksilölliset tukipohjalliset vähentävät kipuja niitä tulisi käyttää hoitomuotona parantamaan liikuntakykyä sekä periferistä verenkiertoa, joka on olennainen potilaan terveyteen vaikuttava seikka (Burns ym. 2009).

Chen ym. (2007) selvittivät kenkien ja tukipohjallisten vaikutuksia lattajalkaisten potilaiden kävelyyn. Mittaukset tehtiin paljain jaloin kävellessä, kengillä kävellessä sekä tutkitavan kävellessä kengät ja tukipohjalliset jalassa. Tulokset osoittivat, että lattajalan tuottamaa liiallista pronaatiota voidaan vähentää käyttämällä kenkiä ja tukipohjallisia, joissa on mediaalinen kaaren tuki. Lattajalkaisen henkilön kävely muuttui normaalimmaksi kengät ja tukipohjalliset jalassa. Askelpituus piteni huomattavasti kävellessä kengät ja tukipohjalliset jalassa. (Chen ym. 2007.)

4 Työn tarkoitus, tavoite ja tehtävät

Opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää liikelaboratorion laitteiston hyödynnettävyyttä diabeetikoiden tukipohjallisten arvioinnissa. Tavoitteena on kuvata hyviä tukipohjallisten arviontikäytänteitä.

Tutkimustehtävät ovat:

1. Selvittää kirjallisuuskatsauksen avulla keskeiset asiat diabeetikon kävelystä ja plantaaripaineesta sekä tukipohjallisten vaikutuksista näihin.
2. Selvittää mahdolliset tukipohjallisten aiheuttamat muutokset liikelaboratorion laitteilla.
 - a) Selvittää tukipohjallisten aiheuttamat muutokset plantaarisessa paineessa
 - b) Selvittää tukipohjallisten aiheuttamat muutokset kävelyn aika–matkamuuttajissa
3. Selvittää kyselylomakkeen avulla tutkittavien mielipiteitä tämän tyyppisistä mitausmenetelmistä.
4. Arvioida/pohtia laitteiston hyödynnettävyyttä tukipohjallisprosessissa

5 Menetelmälliset ratkaisut

5.1 Tutkimuksellinen lähestymistapa

Opinnäytetyömme on osana VATA-hanketta, jonka kautta aihe rajautui. Tutkimusluvat, tutkittavien saatekirje (Liite 1) sekä suostumuslomake (Liite 2) tulivat VATA-hankkeen kautta. Opinnäytetyömme ensimmäisessä vaiheessa selvitettiin systemaattisen kirjallisuuskatsauksen logiikkaa noudattaen keskeiset muutokset diabeetikon kävelystä ja jalkapohjan plantaaripaineesta sekä tukipohjallisten vaikutuksista niihin. Työn toisessa vaiheessa diabeetikoiden kävelyä arvioitiin Optagait-mittalaitteistolla ja jalkapohjan plantaarista painetta Medilogic 5.6-painepohjallisilla. Kolmas vaihe koostettiin kyselylomakkeella. Lopuksi neljännessä vaiheessa arvioimme 1–3 vaiheista saatujen tietojen avulla mittalaitteiston hyödynnettävyydestä diabeetikoiden tukipohjallisprosessissa.

Monimetodinen lähestymistapa tarkoittaa, että tutkimuksessa on yhdistetty laadullista ja määrällistä tutkimusmenetelmää (Vilka 2005: 53). Laadullisessa tutkimuksessa tutkitaan yksittäistä tapausta tai prosesseja, eikä siinä pyritä tilastollisiin yleistyksiin, vaan kuvaamaan jotain ilmiötä tai tapahtumaa tai ymmärtämään tiettyä toimintaa. Tutkija on kiinnostunut merkityksistä eli ihmisen omasta kokemuksesta. (Kananen 2014: 19.) Kvalitatiivinen tutkimus käsittelee merkitystä ja merkitystä sisältäviä käsitteellisiä ilmiöitä voidaan ilmaista numeroin (Hirsjärvi – Remes – Sajavaara 2008: 133). Määrällisessä tutkimuksessa selitetään ihmisen toimintaa numeraalisesti, kausaalisesti ja teknisesti. Keskiarvot ovat yleinen numeraalisesti esitetty arvo määrällisessä tutkimuksessa. (Vilka 2005; 50.) Opinnäytetyön tutkimuksellinen lähestymistapa oli monimetodinen, sillä käytimme aineiston hankinnassa ja analysoinnissa laadullista ja määrällistä lähestymistapaa. Tavoitteena oli tarkastella ja ymmärtää tiettyä toimintaa. Haluamme ymmärtää onko tukipohjallisista hyötyä tutkittaville henkilöille ja voisiko mittauslaitteistoa hyödyntää tukipohjallisprosessissa. Aineistoa on kerätty mittausten ja kyselylomakkeen avulla ja osa tuloksista on esitetty numeraalisesti. Tutkimusjoukko on pieni, eikä sillä saavuteta tilastollista merkittävyyttä.

Opinnäytetyö aloitetaan perehtymällä aihealueen tietoperustaan, minkä pohjalta varsinaiset tutkimukset ja oma työ tehdään (Kananen 2014: 58). Ensimmäisessä vaiheessa selvitettiin laadullisesti kirjallisuuden ja viimeaikaisten tutkimusten pohjalta keskeisimmät

asiat diabeetikon kävelyyn ja jalkapohjan plantaaripaineeseen liittyen sekä miten tukipohjallisilla pyritään vaikuttamaan näihin. Tarkoituksena oli luoda teoriapohja työn toista vaihetta varten.

Kävelyä voidaan analysoida kvalitatiivisesti ihmisten omien aistien avulla tai kvantitatiivisesti tähän tarkoitukseen suunnitelluilla tietokonepohjaisilla kävelynanalysointilaitteilla. Kävelyn analysointi voidaan jakaa kliiniseen arviointiin ja tieteelliseen tutkimiseen. Kliinissä arvioinnissa pyritään arvioimaan ja auttamaan välittömästi yksittäistä asiakasta. (Kauranen – Nurkka 2010: 380.) Opinnäytetyön toinen vaihe toteutettiin Metropolian liikelaboratorion laitteita hyödyntämällä. Käytössä oli Optogait-laitteisto ja Medilogic 5.2-painepohjalliset. Tarkoituksena oli selvittää tukipohjallisten vaikutuksia diabeetikoiden kävelyyn ja jalkapohjan plantaaripaineeseen ja hyödyntää saatua tietoa kolmannessa vaiheessa.

Optogait-järjestelmää (Kuva 1.) käytetään liikeanalyysissä arvioitaessa normaalia tai patologista kävelyä. Järjestelmä koostuu optisista sensoreista, jotka toimivat 1000 Hz herkkyydellä ja 1 cm tarkkuudella ja mittaavat kävelyn tai juoksun tai muiden testien parametreja. Laitteen avulla voidaan arvioida mekaanisia poikkeamia (inefficiencies) sekä jalkojen välistä asymmetrisyyttä. Laitteen kehikon sisällä käveltäessä voidaan tarkkailla oikean ja vasemman jalan välisiä eroja. Kummankin jalan vauhti ja kiihtyvyys (acceleration) voidaan mitata. Liikkeen symmetrisyyttä voidaan tarkastella kaikista eri suunnista. (Optogait 2007.)



Kuva 1. Optogait

Graafisissa kuvioissa erisuuriset paineet ilmaistaan eri väreillä tai kolmiulotteisina kuvina, joissa huippujen korkeus kuvastaa paineen määrää. Voidaan käyttää myös numeerisia painelukuja, joiden tilastollinen käsittely on helpointa. Jalkapohjan painekuvio voidaan muodostaa jokaisen anturin ilmoittamasta huippupaineesta (peak pressure) askelkontaktin aikana, jolloin kuviossa on paineita usealta eri hetkeltä. Silloin se ei ilmaise, missä vaiheessa tukivaihetta huippuarvo on saavutettu. Toinen vaihtoehto on mitata painetta jonain tiettyinä hetkenä kontaktivaiheen aikana. Tässä kuviossa ei näy korkeinta mahdollista painetta tukivaiheen aikana. Osa ohjelmista laskee integraalia paineen suuruudesta ja sen vaikutusajasta (pressure-time integral). Tämän arvon oletetaan paremmin kuvastavan paineen kokonaisvaikutusta jalan kudoksiin. (Kauranen – Nurkka 2010: 400-402.)

Medilogic-painepohjallisilla voidaan mitata plantaarista painetta kengän sisällä. Laite lähettää langattomasti tietoa paineesta suoraan tietokoneen ohjelmaan. Medilogic-ohjelma esittää paineen jakautumisen erilaisina graafeina. Ohjelmisto antaa tietoa muun muassa maksimaalisesta paineesta, paineen viipymisestä tietyllä alueella, kävelyn symmetriasta sekä kehon massakeskipisteen liikkumisesta (bodys center of gravity). Paineen mittausta suoritetaan ohuiden ja joustavien pohjallisten avulla. Pohjallisissa olevat

noin 200 sensoria mittaavat plantaarisen paineen jakautumista. Lähetin, joka kiinnitetään asiakkaan vyötärölle, lähettää datan suoraan tietokoneelle. Painetta voidaan arvioida tarkastelemalla paineen maksimi tai keskiarvolukemia sekä paineen viipymistä. Paineen keskipisteen liikettä sekä impulssikuormitusta jalan alla (load impulse under the foot) voidaan myös tarkastella. (Medilogic 2015.)



Kuva 2. Medilogic 5.2

Kolmannen vaiheen tarkoituksena on kirjallisuuskatsauksesta saadun aineiston ja tutkimustulosten jälkeen arvioida kyselylomakkeella tutkittavien mielipiteitä mittauksista. Haluttiin selvittää, onko heidän mielestään tämän tyyppisistä mittauksista hyötyä diabeetikon pohjallisten hankintaprosessissa.

Neljännessä vaiheessa koottiin yhteen keskeiset tulokset 1-3 vaiheista. Arvioitiin onko liikelaboratoriossa tehdyistä mittauksista hyötyä diabeetikon tukipohjallisten hankintaprosessissa. Arviointi perustuu omaan näkemykseemme.

5.2 Opinnäytetyön eteneminen

Suunnitteluvaihe - syyskuu 2014 - helmikuu 2015

Opinnäytetyömme työstäminen alkoi ideointivaiheella syksyllä 2014. Opinnäytetyön aiheen saimme VATA-hankkeen kautta. Valitsimme aiheen siksi, että olemme kiinnostuneita liikelaboratorion laitteiston käytöstä ja haluamme ymmärtää paremmin tukipohjallisten vaikutusmekanismeja. Ideaseminaarissa marraskuussa 2015 aihe rajautui yksilöllisiä tukipohjallisia käyttäviin henkilöihin ja heidän kävelyn aika–matka muuttujien ja jalkapohjan plantaaripaineen jakautumisen tarkasteluun.

Alussa asiakasryhmä oli vielä epäselvä, mutta projektin edetessä yhteistyökumppanit toivoivat, että juuri diabeetikot olisivat tutkimisen kohteena. Syksyllä jäsensimme aihetta ja etsimme aiempaa tutkimustietoa pohjallisiin ja niiden tutkimiseen liittyen. Ideointivaiheen jälkeen siirryimme keväällä 2015 työsuunnitelman laatimiseen. Tässä vaiheessa alkoi varsinainen opinnäytetyökin selkeytyä ja hahmottua. Työsuunnitelman yhteydessä suunnittelimme aikataulut sekä mietimme mittauksiin liittyviä yksityiskohtia.

Toteutusvaihe - helmikuu - toukokuu 2015

Työn toteutusvaihe alkoi teoriaosuuden kirjoittamisella. Hyödynsimme teoriaosuudessa työsuunnitelmassamme ollutta tietoa, jonka lisäksi etsimme lisää teoriaa tutkimusartikkeleista ja kirjoista. Otimme yhteyttä Vantaan kaupungin jalkaterapeutteihin, jotta saisimme tutkittavan joukon kasaan. Sovimme mittauspäivät ja tutustuimme mittauksissa käytettäviin laitteisiin muutamana päivänä. Asiakkaita kävimme rekrytoimassa seitsemänä päivänä Vantaalla Koivukylän terveysasemalla.

Mittaukset suoritettiin 18. ja 19. toukokuuta. Rekrytoimiamme asiakkaita oli neljä, joista yksi ei päässyt saapumaan paikalle. Mittaukset sujuivat hyvin, huolimatta pienistä teknisistä ongelmista ensimmäisenä mittauspäivänä. Toukokuun lopussa ennen kesälomaa kirjoitimme ylös tulokset sekä täydensimme teoriaosuutta.

Raportointivaihe - syksy 2015

Opinnäytetyön viimeisen vaiheen toteutus alkoi syyskuussa 2015. Mittauksista saatu aineisto analysoitiin ja kirjoitettiin puhtaaksi. Työn kirjallinen raportti viimeisteltiin lokakuussa 2015. Työ julkaistiin opinnäytetyöseminaarissa 9.11.2015.

5.3 Kohderyhmän valinta ja kuvaus

Opinnäytetyömme osallistujien sisäänottokriteerit on määritelty VATA-hankkeen kautta. VATA-hankkeen määritelmän mukaan osallistujien sisäänottokriteerit ovat:

- a) 20–80-vuotias mies tai nainen, jolla on diabetes,
- b) käyttää yksilöllisiä tukipohjallisia,
- c) pystyy kävelemään 10 m matkan,
- d) osallistuu vapaaehtoisesti ja antaa kirjallisen suostumuksensa.

Poissulkukriteerinä on alaraajan (osittainenkin) amputaatio.

VATA-hankkeen kautta määrittyi myös, että yhteistyökumppanimme toimii Koivukylän terveysasema ja asiakkaat tulisivat heidän kauttaan. Menimme itse seitsemänä päivänä Koivukylän terveysasemalle esittelemään opinnäytetyötämme ja hankkimaan mahdollisia asiakkaita tutkimukseen. Kahden viikon aikana saimme neljä osallistujaa, joista yksi ei saapunut paikalle tutkimuspäivänä. Tutkittavien vähäinen määrä johtui lähinnä siitä, että henkilöt Koivukylän terveysasemalla eivät täyttäneet kriteerejä. Suurimmalla osalla ei ollut yksilöllisiä tukipohjallisia käytössään.

Lopullinen tutkimusryhmä koostui kolmesta 51–65-vuotiaista diabeetikosta, joista kaksi oli miestä ja yksi nainen. Kaikki olivat käyttäneet yksilöllisesti tehtyjä tukipohjallisia jo useamman vuoden. Osallistujat olivat saaneet terveysasemalla kirjallisen saatekirjeen ja sen mukana suostumuslomakkeen tutkimukseen osallistumisesta, minkä he toivat mukanaan allekirjoitettuna tutkimuspäivänä.

5.4 Aineiston kerääminen

Ensimmäinen tutkimuskysymys

Systemaattisella kirjallisuuskatsauksella rakennetaan tutkimuksen alkuasetelmaa. Systemaattinen kirjallisuuskatsaus on tiivistelmä aiempien tutkimusten keskeisestä sisällöstä. (Salminen 2011: 9.) Alkuun tutustuttiin kirjallisuuden kautta opinnäytetyön aiheeseen ja selvitettiin systemaattisen kirjallisuuskatsauksen logiikkaa noudattaen keskeiset asiat diabeetikon kävelystä ja plantaripaineesta sekä tukipohjallisten vaikutuksista näihin. Keskeiset aihealueet määräytyivät kirjallisuuden ja VATA-hankkeen kautta. Etsimme

aineistoa Metropolian kirjaston aineistohaun avulla sekä ScienceDirect- ja PubMed-tietokannoista. Tietoa haettiin myös Catálogo de las Bibliotecas CRAI de la Universidad Europea-tietokannasta, sillä Espanjan vaihto-opiskelun vuoksi tämä oli mahdollista. Valitsimme nämä tietokannat sillä ne ovat aineistomäärältään riittävän laajoja ja kansainvälisiä sekä alalla yleisesti käytettyjä.

Kirjallisuuskatsaukseen haluttiin mahdollisimman tuoretta tietoa ja kriteerinä oli, että tutkimukset on julkaistu alkaen vuodesta 2000. Julkaisut, jotka liittyivät diabeetikon kävelyyn ja plantaaripaineeseen tai tukipohjallisten tarkoitukseen ja vaikutukseen, katsottiin käyttökelpoisiksi. Tukipohjallisia käsittelevät tutkimukset, jotka kohdistuivat johonkin muuhun ryhmään kuin diabeetikoihin tai tukipohjallisen tarkoitukseen rajattiin pois. Kaikille tietokantahauille määriteltiin koko tekstin saatavuus. Aikamääreenä oli 2000-luvun puolella tehdyt tutkimukset. Hakutermit on koottu yhteen liitteeksi (Liite 3).

Toinen tutkimuskysymys

Opinnäytetyömme toisen tutkimuskysymyksen tarkasteltavat asiat määräytyivät VATA-hankkeen taholta. Toiseen tutkimuskysymykseen (a ja b) aineisto kerättiin liikelaboratorion laitteistolla. VATA-hankkeen kautta määräytyi, että tutkimuslaitteistona käytetään Optogaitia ja Medilogic 5.2-painepohjallisia.

Metropolian liikelaboratoriossa olevien laitteiden mittausten avulla arvioitiin tukipohjallisia käyttävien diabeetikoiden kävelyä sekä mitattiin kuormituksen jakautuminen jalkapohjan alueella. Mittauksien avulla haluttiin selvittää tapahtuuko kävelyn askelpituudessa, askelleveydessä sekä tuki- ja heilahdusvaiheen kestossa muutoksia. Ensimmäisenä mittauspäivänä suoritimme mittaukset kahdelle henkilölle ja toisena mittauspäivänä yhdelle henkilölle. Ennen mittauksia tutkittavalle näytettiin mallisuoritus.

Tutkiminen aloitettiin kävelyn arvioinnilla, joka tehtiin käyttämällä Optogait (Microgate, Italia) laitteistoa. VATA-hankkeen tutkimussuunnitelmassa oli määriteltä valmiiksi kävelytävän matkan pituus. Osallistuja käveli viiden metrin matkan laitteiston kehikon sisällä kaksi kertaa edestakaisin. Varsinaista mittauskertaa edelsi yksi tai kaksi harjoituskertaa. Tutkittava ei tiennyt, milloin varsinainen mittaus tehtiin. Asiakkaan kävelystä tehtiin kaksi mittauksia, ensimmäinen ilman tukipohjallisia ja toinen tukipohjallisten kanssa.

Jalkapohjan paineen kuormituksen jakautuminen mitattiin asettamalla kengän sisään painetta mittaava pohjallinen (Medilogic, T&T medilogic Medizintechnik GmbH, Saksa).

Painepohjalliset valittiin asiakkaan kengänkoon mukaan. VATA-hankkeen tutkimussuunnitelmassa oli määrätty tutkimukseen osallistujalle käveltäväksi 20 metrin matka, josta kuormituksen jakautumista mitattiin. Tutkittava käveli pitkää käytävää, johon olimme teipeillä merkinneet 20 metrin matkan. Aloitus oli noin kaksi metriä ennen merkittyä matkaa, jotta tutkittava ehtii kiihdyttämään normaaliin kävelyvauhtiinsa. Lopetus oli noin kaksi metriä merkatun kohdan jälkeen, jotta tutkittavan kävelyn jarrutusvaihe ei tulisi mittaukseen mukaan. Mittaukset aloitettiin ja lopetettiin tutkittavan astuessa aloitus ja lopetus merkin yli. Varsinaista mittausta edelsi kaksi harjoituskertaa. Tutkittava ei tiennyt milloin varsinainen mittausta tehtiin. Ensimmäinen mittausta tehtiin ilman tukipohjallisia. Toinen mittausta tehtiin siten, että painepohjalliset asetettiin kenkään asiakkaan omien tukipohjallisten alle. Lisäksi ensimmäiseltä asiakkaalta mitattiin yksi mittausta, jossa painepohjalliset olivat jalan ja tukipohjallisen välissä. Kyseisen mittauksen tuloksia ei huomioitu työssä.

Suorituksesta analysoitiin kuormituksen jakautumisen symmetria alaraajojen välillä sekä alueelliset huippukuormitukset. Tutkittavista kahden kävely hidastui ja vaikeutui testin loppua kohden. Tutkittavia ohjeistettiin useaan otteeseen kävelemään luonnollisella kävelyvauhdilla ja -tyylillä ja hoputtamista pyrittiin välttämään.

Plantaaripaineen mittausta pyritään suorittamaan kävelyn tasaisen rytmin aikana ja analyysiin kerätään useampia askelia, joista lasketaan keskiarvo mittauksen luotettavuuden ja toistettavuuden parantamiseksi. Tyypilliset paineet seisoessa ovat jalkapohjan alla noin 90-100 kPa (kilopascal). Kävellessä paineet vaihtelevat välillä 200-500 kPa eli 0,2-0,5 N/mm². (Kauranen – Nurkka 2010: 400-402.) Monissa diabeetikoiden tukipohjallisia koskevilla tutkimuksilla tarkastellaan korkeaa huippupainetta (paine > 200 kPa) (Bus – Haspels – Busch-Westbroek 2011; Waajiman ym. 2012). Arts ja Bus (2011) tutkimuksen tuloksen mukaan neuropatiaa sairastavien diabeetikoiden, jotka käyttävät yksilöllisiä jalkineita ja tukipohjallisia, kävelyn keskeltä tulee mitata 12 askelta per jalka, jotta plantaarisesta paineesta saadaan luotettavaa validia tietoa (Arts - Bus 2011).

Kolmas tutkimuskysymys

Aineisto kolmanteen kysymykseen kerättiin 1 ja 2 kysymysten avulla. Opinnäytetyön kolmannessa vaiheessa selvitettiin tutkittavien mielipidettä laitteiston käytöstä. Varsinaisten mittausten jälkeen tutkittavalle kerrottiin millaisia tuloksia ohjelmistoista saatiin. Palautteen jälkeen kysyttiin kyselylomakkeen avulla, millaista hyötyä tutkittava sai mittauksista ja olisiko hänen mielestään hyvä ottaa tämän tyyppisiä mittauksia mukaan tukipohjallis-

prosessiin ja missä vaiheessa sitä. Kyselylomake sisältää avoimia, monivalinta sekä asteikkoihin perustuvia kysymystyyppejä. Kyselylomake nähtävissä liitteenä (Liite 4). Haastattelu ja kysely kuuluvat laadullisen tutkimuksen yleisimpiin aineistonkeruumenelmiin (Tuomi – Sarajärvi 2002: 73).

Neljäs tutkimuskysymys

Neljännessä tutkimuskysymyksessä tehdään yhteenveto saaduista tuloksista. Arvioimme tutkimustulosten ja kyselylomakkeen perusteella sekä kirjallisuutta apuna käyttäen, voisiko näistä mittauksista olla hyötyä tukipohjallisprosessissa ja onko mittauksista mahdollisesti hyötyä arviointivälineenä.

5.5 Aineiston analysointi

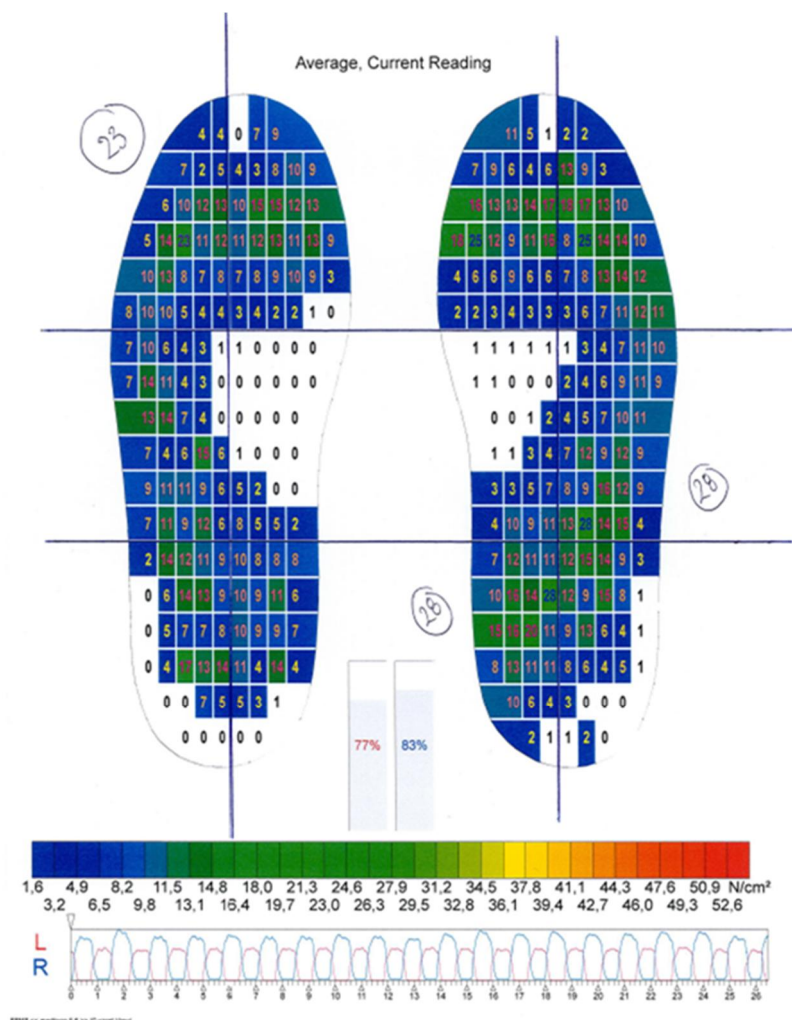
Opinnäytetyön ensimmäisen vaiheen tutkimuskysymys analysoitiin teorialähtöisellä sisällönanalyysillä. Teorialähtöinen sisällönanalyysi pohjautuu teoriaan ja aiempiin tutkimuksiin aiheesta, mikä ohjaa käsitteiden ja luokitusten määrittelyä tutkimusaineistosta sekä analyysiä. (Vilkka 2005: 140).

Tietoa etsittiin yksilöllisiin tukipohjallisiin, niiden arviointiin, jalkapohjan plantaariseen paineeseen ja kävelyn muuttujiin liittyen. Kävimme läpi otsikoiden perusteella tutkimukset, ja karsimme heti pois ne, joissa ei ollut mukana diabeetikoita. Tämän opinnäytetyön kirjallisuuskatsaus muodostui 24 tutkimuksesta ja kirjallisuudesta löytyi 8 käytettävää kirjaa. Liitteessä 5 on esitelty kirjallisuuskatsauksen analysoinnissa esille nousevat keskeiset teemat. Teemoittelu ymmärretään useasti varsinaiseksi analyysiksi (Tuomi – Sarajärvi 2002: 95).

Toisen tutkimuskysymyksen analysoinnissa käytettiin sekä laadullista että määrällistä analyysiä. Mittaukset tehtiin Medilogic 5.2 ja Optogait -laitteistoilla ensin ilman tukipohjallisia ja sen jälkeen tukipohjallisten kanssa. Tulokset esitetään muutoksina henkilöittäin. Määrälliseen analysointiin käytettiin Excel-taulukoita, mistä lukuja verrattiin keskenään. Emme analysoineet keskiarvoja tai T-testejä, tutkimusjoukon vähyydestä johtuen.

Medilogic 5.2-ohjelma ilmoittaa maksimipaineet per sensori. Määrällisessä analyysissä verrattiin maksimipaineen, paineen keskiarvon ja paineen viipymisen huippuarvoja. Sa-

nallista kuvaamista varten jalkapohjan alue jaettiin etuosaan, keskiosaan sekä takaosaan, jotka kukin jaettiin vielä mediaali- ja lateraalipuoliin. Jalkapohja jaettiin siis kuuteen alueeseen (Kuva 3.).



Kuva 3. Jalkapohjan jakaminen kuuteen alueeseen

Opinnäytetyössämme kävelyn arviointiin yhdistyy sekä kvalitatiivinen että kvantitatiivinen tutkimusmetodi. Kävelyn analysointiin käytimme tietokonepohjaista Optogait-laitteistoa. Analysoimme kävelystä vasemman ja oikean jalan askelpituuden ja askelleveyden vaihtelujen erot, sekä tuke- ja heilahdusvaiheen kestot. Lukuarvot kirjattiin taulukkoon ja vertasimme ennen ja jälkeen tukipohjallisten käytön saatuja arvoja keskenään. Lisäksi kuvasimme tulokset sanallisesti.

Aineistolähtöisessä analyysissä tarkoituksena on, että aikaisemmilla havainnoilla, tiedolla tai teorioilla ei ole merkitystä analyysin toteuttamisen tai lopputuloksen kanssa.

Kaikki mitä teoriasta tiedetään ilmiönä tai aikaisempien tutkimusten perusteella, pyritään sulkemaan analyysin ulkopuolelle aineiston analysointivaiheessa. Aineistolähtöiseen sisällönanalyysiin kuuluu aineiston ryhmittely. Ryhmittelyssä aineistosta etsitään samankaltaisuuksia kuvaavia käsitteitä, jotka ryhmitellään ja yhdistetään luokaksi. (Tuomi – Sarajärvi 2002: 97, 111-112.) Kyselylomakkeen vaihtoehtoiset ja avoimet kysymykset analysoitiin aineistolähtöisen analyysin logiikkaa soveltaen. Numeroarvoiset kysymykset analysoitiin määrällisesti laskemalla tuloksista keskiarvot Word-taulukkoa apuna käyttäen. Taulukko nähtävissä Tulokset-osiossa (Taulukko 7.). Avoimen kysymysten aiheet, tutkittavien vastaukset ja esille nousseet teemat on esitelty tarkemmin taulukossa 2.

Taulukko 2. Avoimien- ja monivalintakysymysten teemoittelu

ALALUOKKA	YLÄLUOKKA	PÄÄLUOKKA
Tutkittavat kokivat saamansa tiedon hyödylliseksi	Laboratoriomittausten hyödyllisyys	Laboratoriomittausten hyödynnettävyys
Erityisen hyödyllistä: koko mittausprosessi, tulokset, nähdä konkreettisesti pohjallisten tuoma apu	Erityisen hyödyllistä mittausprosessissa	
Tutkittavien mielestä tämän tyyli- set mittaukset olisivat toivottavia tukupohjallisprosessiin	Tämän tyylinen arviointi mukaan tukupohjallisprosessiin	Mittaukset toivottavia tukipohjallisten hankintaprosessiin
Heti alussa, valmistusvaiheessa, valmistuksen jälkeen sovitetta- essa	Mittausten suoritusaikakohta pohjallisprosessissa	

6 Tulokset

6.1 Kirjallisuudesta saadut keskeiset tulokset

Kirjallisuuskatsauksessa selvitettiin keskeisiä asioita diabeetikon kävelystä ja plantaari-paineesta sekä tukipohjallisten vaikutuksista näihin. Diabetes aiheuttaa plantaarisen paineen epänormaalia jakautumista. Plantaarinen paine kasvaa jalkaterän etuosalla. Etuosan painetta kasvattavat muun muassa virheasennot, kuten vasaravarpaat. Jalkaterän virheasentojen, neuropatian ja muuttuneen plantaaripaineen välillä on todettu olevan yhteyttä toisiinsa.

Kirjallisuudesta kävi ilmi, että diabeetikoiden kävelyvauhti on hidastunut ja heillä on lisääntynyt kaatumisriski. Diabeetikoiden lihastoiminta kävelyn aikana on muuttunut, esimerkiksi nilkkanivelen dorsifleksoreiden toiminta pitkittyy. Diabetes vähentää alaraajojen nivelten liikkuvuutta.

Kirjallisuudesta kävi ilmi, että tukipohjalliset ovat hyvä hoitokeino diabeetikoilla. Pohjalliset vähentävät plantaarista huippupainetta sekä tasaavat painetta. Tukipohjalliset kasvattavat jalkaterän keskiosan kuormittumista. Yksilölliset tukipohjalliset ovat hyvä keino ennaltaehkäistä haavoja ja amputaatioita. Tukipohjallisilla voidaan kontrolloida pronaa-tiota sekä pidentää askelpituutta.

6.2 Muutokset plantaarisessa paineessa

Jalkapohjan maksimipaineen tulokset ilman tukipohjallisia ja tukipohjallisten kanssa kuvataan sanallisesti. Jaoimme jalkapohjan kuuteen eri alueeseen (mainittu edellä). Tarkastelemme maksimipainetta, keskiarvopainetta ja paineen viipymistä molemmissa jalkaterissä ilman pohjallisia ja pohjallisten kanssa.

Tutkimuksissa on todettu, että diabeetikoilla plantaarinen paine siirtyy kohti jalan etuosaa ja etuosan ja takaosan välinen paine muuttuu (Fang ym. 2013; Yu ym. 2011). Kahdella tutkittavalla maksimipaine löytyi jalkaterän etuosalta ja yhdellä lähes kaikilta jalkapohjan alueilta. Maksimipaineen paikat siirtyivät tukipohjallisia käytettäessä jalkaterän keski- ja/tai takaosalle tai pysyivät samoissa paikoissa.

Taulukko 3. Plantaarisen paineen mittausten tulokset

	Tutkittava 1		Tutkittava 2		Tutkittava 3	
Jalka	Vasen	Oikea	Vasen	Oikea	Vasen	Oikea
Max. paine ilman pohjallisia (N/cm ²)	64	64	37	54	64	64
Max. paine pohjallisten kanssa (N/cm ²)	50	64	29	36	64	64
Paineen keskiarvon suurin lukema ilman pohjallisia (N/cm ²)	42	35	23	28	53	55
Paineen keskiarvon suurin lukema pohjallisten kanssa (N/cm ²)	34	54	16	27	56	59
Paineen viipymisen max. arvo ilman pohjallisia (N/cm ²)	11	14	12	17	18	18
Paineen viipymisen max. arvo pohjallisten kanssa (N/cm ²)	17	28	10	19	32	21

Taulukossa 3. on nähtävissä numeroin paineen maksimiarvot. Maksimiarvot muuttuivat yksilöllisesti tukipohjallisten kanssa. Maksimipaineen suurin lukema joko pieneni molemmissa jaloissa, pieneni vain toisessa jalassa tai pysyi samana, mutta ei ilmennyt yhtä monella jalkapohjan alueella. Paineen keskiarvon suurin lukema joko pieneni tai kasvoi molemmissa jaloissa, tai pieneni yhdessä jalassa ja kasvoi toisessa jalassa tukipohjallisia käytettäessä. Paine viipyi pohjallisten kanssa useammassa kohdassa pidempään kuin ilman pohjallisia, mutta monilla alueilla paine väheni huomattavasti. Paineen viipymisen maksimaalinen arvo kuitenkin kasvoi kahdella tutkittavalla molemmissa jaloissa ja yhdellä toisessa jalassa. Paineen viipymisen maksimiarvon paikka vaihtui jokaisella tutkittavalla tukipohjallisia käytettäessä. Paine siirtyi jalan eri osilta joko keski- ja/tai takaosalle.

Tutkittava 1

Tukipohjallisen kanssa plantaaripaineen maksimiarvo väheni vasemmassa jalassa ja oikeassa jalassa arvo pysyi samana, mutta muutti paikkaa. Ilman tukipohjallisia molempien jalkojen maksimipaine oli 64 N/cm^2 . Tukipohjallisen kanssa maksimipaine oli vasemmassa jalassa 50 N/cm^2 . Maksimipaine siirtyi vasemmassa jalassa etuosan lateraalipuolelta takaosan mediaalipuolelle ja oikeassa jalassa etuosan mediaalipuolelta keskiosan mediaalipuolelle ja takaosan lateraalipuolelle.

Paineen keskiarvon suurin lukema oli ilman tukipohjallista vasemmassa jalassa 42 N/cm^2 ja tukipohjallisen kanssa 34 N/cm^2 mitattuina. Etuosan lateraalipuolelta suurin lukema siirtyi takaosan mediaalipuolelle. Ilman tukipohjallista mitattuna oikean jalan paineen keskiarvon suurin lukema oli 35 N/cm^2 . Oikeassa jalassa lukema kasvoi tukipohjallisen kanssa 54 N/cm^2 . Suurin lukema siirtyi jalkaterän takaosan lateraalipuolelta keskiosan mediaalipuolelle.

Paineen viipymisen maksimiarvo kasvoi molemmissa jaloissa. Paineen viipymisen maksimiarvo oli ilman pohjallista vasemmassa jalassa 11 N/cm^2 ja oikeassa jalassa 14 N/cm^2 . Maksimiarvot tukipohjallisten kanssa mitattuna olivat vasemmassa jalassa 17 N/cm^2 ja oikeassa 28 N/cm^2 . Paineen viipymisen maksimiarvo siirtyi vasemmassa jalassa etuosan lateraalipuolelta keski- ja takaosan mediaalipuolelle. Oikean jalan maksimiarvo vaihtui takaosan lateraalipuolelta keskiosan mediaalipuolelle.

Tutkittava 2

Plantaarisen paineen maksimiarvo pieneni molemmissa jaloissa tukipohjallisten kanssa. Ilman tukipohjallista jalkapohjan maksimipaine oli vasemmassa jalassa 37 N/cm^2 ja tukipohjallisen kanssa 29 N/cm^2 . Oikeasta jalasta mitattuna maksimipaineen arvo ilman tukipohjallista oli 54 N/cm^2 ja tukipohjallisen kanssa 36 N/cm^2 . Vasemmassa jalassa maksimipaine oli molemmissa mittauksissa etuosan lateraalipuolella. Oikeassa jalassa maksimipaine siirtyi etuosan mediaalipuolelta takaosan lateraalipuolelle.

Paineen suurimmat keskiarvo lukemat olivat pienempiä tukipohjallisten kanssa mitattuna. Vasemmassa jalassa se oli ilman tukipohjallista 23 N/cm^2 ja tukipohjallisen kanssa 16 N/cm^2 . Oikeassa jalassa ilman tukipohjallista 28 N/cm^2 ja tukipohjallisen kanssa 27

N/cm². Paineen keskiarvon suurin lukema siirtyi vasemmassa jalassa etuosan lateraalipuolelta takaosan mediaalipuolelle ja oikeassa keskiosan lateraalipuolelta ja takaosan mediaalipuolelta takaosan lateraalipuolelle.

Paineen viipymisen maksimiarvo oli vasemmassa jalassa 12 N/cm² ja oikeassa jalassa 17 N/cm². Paineen viipymisen maksimiarvo tukipohjallisten kanssa mitattuna oli vasemmassa jalassa 10 N/cm² ja oikeassa jalassa 19 N/cm². Paineen viipymisen suurin arvo siirtyi vasemmassa jalassa etuosan lateraalipuolelta takaosan mediaalipuolelle. Oikeassa jalassa paineen viipymisen suurin arvo siirtyi keskiosan lateraalipuolelta takaosan lateraalipuolelle.

Tutkittava 3

Ilman pohjallisia sekä pohjallisten kanssa mitattuna molempien jalkojen maksimipaine oli 64 N/cm². Tämä arvo löytyi ilman tukipohjallisia molemmissa jaloissa kaikilta muilta alueilta paitsi keskiosan mediaalipuolelta. Tukipohjallisten kanssa maksimipaineen alueita oli vähemmän. Vasemmassa jalassa maksimiarvo löytyi takaosan mediaali- ja lateraalipuolilta sekä keskiosan lateraalipuolelta ja etuosan mediaalipuolelta. Oikeassa jalassa maksimipaine löytyi etuosan mediaali- ja lateraalipuolilta sekä takaosan lateraalipuolelta.

Plantaaripaineen keskiarvon suurin lukema oli ilman tukipohjallista mitattuna vasemmassa jalassa 53 N/cm² ja tukipohjallisen kanssa 56 N/cm². Oikeassa jalassa suurin lukema oli ilman tukipohjallista 55 N/cm² ja tukipohjallisen kanssa 59 N/cm². Molemmissa jaloissa suurin lukema löytyi ilman tukipohjallisia takaosan mediaalipuolelta. Vasemmassa jalassa suurin lukema pysyi samassa paikassa ja oikeassa vaihtui takaosan lateraalipuolelle.

Paineen viipymisen suurin arvo oli molemmissa jaloissa 18 N/cm² ilman tukipohjallisia. Paineen viipymisen suurin arvo tukipohjallisen kanssa mitattuna, oli vasemmassa jalassa 32 N/cm² ja oikeassa jalassa 21 N/cm². Suurin arvo löytyi ilman tukipohjallisia molemmissa jaloissa takaosan mediaalipuolelta. Paineen viipymisen suurimman arvon paikka vaihtui vasemmassa keskiosan lateraalipuolelle ja oikeassa takaosan lateraalipuolelle.

6.3 Muutokset kävelyn aika–matkamuuttujissa

Yleisimpiä temporaalisia lateraalisia muuttujia ovat sykliin ja askeleeseen käytetty aika ja tuki- ja heilahdusvaiheen kesto. Tuki- ja heilahdusvaiheen kestojen suhdetta verrataan toisiinsa ja kävelyn sykliin. Normaalissa kävelyssä tukivaiheen kesto on noin 60 % ja heilahdusvaiheen noin 40 % kävelyn syklistä. Askelpituus ja -leveys ovat spatiaalisia lateraalisia muuttujia. Kävelyn symmetrisyyttä ja puolieroja tutkittaessa tulee muistaa, että harvoilla ihmisillä kaikki muuttujat ja arvot ovat täysin symmetrisiä molemmilla puolilla, pieniä puolieroja esiintyy lähes kaikilla. Askelpituus aikuisilla on 50–80 cm, ja siihen vaikuttavat ikä ja pituus. Askelleveys kertoo jalkaterien etäisyydestä toisistaan sivuttaissuunnassa kävelyn aikana. Askelleveyden keskiarvo aikuisella on kantapäiden sisäreunoista mitattuna noin 5–15 cm. (Kauranen – Nurkka 2010: 381-382, 410.)

Optogait-ohjelma määrittää kummankin jalan askelpituuden sekä laskee jalkojen välisen prosentuaalisen eron. Miinusmerkkiset lukemat tuloksissa kertovat, että oikea jalka ottaa pidemmän tai leveämmän askeleen. Positiivinen luku taas kertoo vasemman jalan pidemmästä ja leveämmästä askeleesta. Optogait-järjestelmän antamista tiedoista analysoitiin oikean ja vasemman jalan askelpituuksien (step length) ja askelleveyksien (step width) prosentuaaliset erot sekä ajallisista muuttujista tuki- ja heilahdusvaiheen kestot (stance phase duration, swing phase duration) prosentteina kävelyn syklistä kummastakin jalasta erikseen. Optogait-laitteisto mittaa askelleveyttä erikseen kummallekin jalalle keskiviivasta katsoen. Järjestelmä laskee prosentuaalisen eron kummankin jalan askelleveyksistä. Laitteisto mittaa tuki- ja heilahdusvaiheiden kestot kehikon sisällä kävelyistä täysistä askelista ja laskee niistä keskiarvon. Käytämme työssämme näitä keskiarvolukemia.

Taulukko 4. Askelpituudet ja prosentuaaliset erot

Tutkittava	Pohjallinen	Jalka	Askelpituus (cm)	Askelpituuden ero (%)
1	Ilman pohjallista	Vasen	59,8	21,9
		Oikea	46,7	
	Pohjallisen kanssa	Vasen	58,3	5,3
		Oikea	55,2	
2	Ilman pohjallista	Vasen	48,7	- 8,4
		Oikea	52,8	
	Pohjallisen kanssa	Vasen	49,8	-6,4
		Oikea	53,0	
3	Ilman pohjallista	Vasen	68,7	6,7
		Oikea	64,1	
	Pohjallisen kanssa	Vasen	68,4	-3,2
		Oikea	70,6	

Kahdella tutkittavalla vasemman ja oikean jalan askelpituuksien väliset erot tasaantuivat tukipohjallisia käytettäessä. Yhdellä muutosta tapahtui hieman. Askelpituuksien väliset prosentuaaliset eroavaisuudet on esitetty taulukossa 4.

Taulukko 5. Askelleveydet ja eroavaisuudet prosentteina

Tutkittava	Pohjallinen	Jalka	Askelleveys (cm)	Askelleveyden erot (%)
1	Ilman pohjallista	Vasen	20,3	-16,7
		Oikea	23,7	
	Pohjallisen kanssa	Vasen	18,9	-24,9
		Oikea	23,6	
2	Ilman pohjallista	Vasen	64,0	5,9
		Oikea	60,2	
	Pohjallisen kanssa	Vasen	22,3	-9,0
		Oikea	24,3	
3	Ilman pohjallista	Vasen	12,8	-18,0
		Oikea	15,1	
	Pohjallisen kanssa	Vasen	10,4	-56,7
		Oikea	16,3	

Kahdella tutkittavalla askelleveydet pienenisivät tukipohjallisia käytettäessä. Yhdellä tutkittavalla askelleveys pieneni toisessa jalassa ja toisessa suureni. Vaikka askelleveys pieneni niin jalkojen välinen vaihtelevuus kasvoi. Kaikkien tutkittavien askelleveyksien prosentuaaliset erot kasvoivat tukipohjallisia käytettäessä. Tukipohjalliset toivat askelleveyteen jalkojen välille suurempaa vaihtelua, mitä ilman pohjallisia. Askelleveyksien eroavaisuudet on esitetty prosentteina taulukossa 5.

Taulukko 6. Tuki- ja heilahdusvaiheen kestot

Tutkittava	Jalka	Tukivaiheen kesto ilman pohjallisia (%)	Tukivaiheen kesto pohjallisten kanssa (%)	Heilahdusvaiheen kesto ilman pohjallisia (%)	Heilahdusvaiheen kesto pohjallisten kanssa (%)
1	Vasen	64,9	62,6	35,0	37,4
	Oikea	67,5	65,9	32,5	34,1
2	Vasen	68,8	67,4	31,2	32,7
	Oikea	69,8	70,0	30,4	30,0
3	Vasen	66,3	65,8	33,5	34,2
	Oikea	65,8	65,2	34,1	34,9

Mittaukset osoittivat, että jokaisella tutkittavalla kävelyn tukivaihe kesti normaalia kauemmin ja näin ollen heilahdusvaihe oli lyhentynyt. Tukipohjallisilla saatiin korjattua kahden tutkittavan tuki- ja heilahdusvaiheiden kestot lähemmäksi normaaleja arvoja. Kahden tutkittavan tukivaiheiden kestot lyhentyivät 0,5–2,3 prosenttiyksikköä tukipohjallisten kanssa. Tukivaiheen keston vähentyessä heilahdusvaiheen kesto automaattisesti piteni. Yhdellä tutkittavalla vasemman jalan tuki- ja heilahdusvaiheen kestot pohjallisen kanssa läheni normaalia, mutta oikeassa jalassa pohjallisen kanssa kävi päinvastoin. Tulokset on esitetty taulukossa 6.

Tutkittava 1

Tutkittavan 1 vasemman jalan askelpituus ilman pohjallisia oli 59,8 cm ja oikean 46,7 cm. Vasemman jalan askelpituus pohjallisten kanssa oli 58,3 cm ja oikean 55,2 cm. Askelpituuksien jalkojen väliset prosentuaaliset erot olivat ilman pohjallisia 21,9 % ja pohjallisten kanssa 5,3 %.

Vasemman jalan askelleveys ilman pohjallisia oli 20,3 cm ja oikean 23,7 cm. Vasemman jalan askelleveys pohjallisten kanssa oli 18,9 cm ja oikean 23,6 cm. Askelleveyksien

prosentuaaliset jalkojen väliset erot ilman pohjallisia olivat -16,7 % ja pohjallisten kanssa -24,9 %.

Vasemman jalan tukivaiheen kesto oli ilman pohjallisia 64,9 % ja pohjallisten kanssa 62,6 %. Oikean jalan tukivaiheen kesto oli ilman pohjallisia 67,5 % ja pohjallisten kanssa 65,9 %.

Vasemman jalan heilahdusvaiheen kesto oli ilman pohjallisia 35,0 % ja pohjallisten kanssa 37,4 %. Oikean jalan heilahdusvaihe oli ilman pohjallisia 32,5 % ja pohjallisten kanssa 34,1 %.

Tutkittava 2

Tutkittavan 2 vasemman jalan askelpituus ilman pohjallisia oli 48,7 cm ja oikean 52,8 cm. Vasemman jalan askelpituus oli pohjallisten kanssa 49,8 cm ja oikean 53,0 cm. Askelpituuksien jalkojen väliset prosentuaaliset erot olivat ilman pohjallisia -8,4 % ja pohjallisten kanssa -6,4 %.

Vasemman jalan askelleveys oli ilman pohjallisia 64,0 cm ja oikean 60,2 cm. Vasemman jalan askelleveys pohjallisten kanssa oli 22,3 cm ja oikean 24,3 cm. Askelleveyden jalkojen väliset prosentuaaliset erot ilman pohjallisia olivat 5,9 % ja pohjallisten kanssa -9,0 %.

Vasemman jalan tukivaiheen kesto väheni pohjallisilla mutta oikean jalan tukivaiheen kesto piteni pohjallisilla. Vasemman jalan tukivaiheen kesto oli ilman pohjallisia 68,8 % ja pohjallisten kanssa 67,4 %. Oikean jalan tukivaiheen kesto oli ilman pohjallisia 69,8 % ja pohjallisten kanssa 70,0 %.

Vasemman jalan heilahdusvaiheen kesto oli ilman pohjallisia 31,2 % ja pohjallisten kanssa 32,7 %. Oikean jalan heilahdusvaihe oli ilman pohjallisia 30,4 % ja pohjallisten kanssa 30,0.

Tutkittava 3

Tutkittavan 3 vasemman jalan askelpituus ilman pohjallisia oli 68,7 cm ja oikean 64,1 cm. Vasemman jalan askelpituus pohjallisten kanssa oli 68,4 cm ja oikean 70,6 cm. Askelpituuksien jalkojen väliset prosentuaaliset erot olivat ilman tukipohjallisia 6,7 % ja pohjallisten kanssa -3,2 %.

Vasemman jalan askelleveys ilman pohjallisia oli 12,8 cm ja oikean 15,1 cm. Vasemman jalan askelleveys oli pohjallisten kanssa 10,4 cm ja oikean 16,3 cm. Askelleveyden jalkojen väliset prosentuaaliset erot olivat ilman pohjallisia -18,0 % ja pohjallisten kanssa -56,7 %.

Vasemman jalan tukivaiheen kesto oli ilman pohjallisia 66,3 % ja pohjallisten kanssa 65,8 %. Oikean jalan tukivaiheen kesto oli ilman pohjallisia 65,8 % ja pohjallisten kanssa 65,2 %.

Vasemman jalan heilahdusvaiheen kesto oli ilman pohjallisia 33,5 % ja pohjallisten kanssa 34,2 %. Oikeassa jalassa heilahdusvaihe kesti ilman pohjallisia 34,1 % ja pohjallisten kanssa 34,9 %.

6.4 Hyödynnettävyysskyselyn tulokset

Tutkittavien mielipiteitä laitteiston hyödynnettävyydestä selvitettiin kyselylomakkeella, jossa oli kuusi kysymystä. Kysymyksissä 1-3 selvitettiin, kuinka paljon uutta tietoa tutkitavat saivat kävelystään, kuinka paljon käytännön hyötyä saaduista tiedoista on ja kuinka hyödylliseksi mittaukset koettiin. Mittaukset koettiin merkittäviksi ja hyödyllisiksi. Tietous omasta kävelystä ja tukipohjallisista lisääntyi selvästi. Keskiarvot on nähtävissä alla olevassa taulukossa (Taulukko 7.).

Taulukko 7. Teemahaastattelun pistearvoiset kysymykset ja keskiarvot

Kysymys (näihin kysymyksiin vastattiin asteikolla 0-10, 0=ei lainkaan, 10=paras mahdollinen)	Keskiarvo (yhden desimaalin tarkkuudella)
1. Kuinka paljon uutta tietoa saitte kävelystänne tukipohjallisten kanssa?	9,5
2. Kuinka paljon käytännön merkitystä liikkumisesta saamallanne tiedolla on?	7,6
3. Kuinka hyödylliseksi koitte laboratoriomittaukset?	9,6

Kysymykset 4. ja 6. olivat avoimia kysymyksiä, ja 5. oli monivalintakysymys. Tutkittavien vastaukset on lueteltu alla.

Kysymys 4: Erityisen hyödylliseksi koettiin koko mittausprosessi, tulosten näkeminen sekä tukipohjallisten hyötyjen näkeminen mittaustulosten pohjalta.

Kysymys 5: Kaikki tutkittavat toivoivat liikelaboratoriomittausten liittämistä tukipohjalliseen prosessiin.

Kysymys 6: Liikelaboratoriomittauksia toivottiin tehtävän heti prosessin alussa, tukipohjallisten valmistusvaiheessa sekä sovitusvaiheessa.

7 Johtopäätökset ja arviointi

7.1 Mittausten hyöty pohjallisprosessissa

Sosiaali- ja terveysministeriön laatiman Apuvälineiden laatusuosituksen mukaan apuväline tukee toimintaa, kompensoi vamman aiheuttamia haittoja sekä lisää omatoimisuutta ja osallistumismahdollisuuksia. Se saattaa myös vähentää palveluiden tai tukitoimien tarvetta. (Apuvälineiden laatusuositus, Sosiaali- ja terveysministeriön opas 2003: 30.)

Asiakkaiden kertoman mukaan heidän tukipohjallisten oli lähtökohtaisesti tarkoitus keventää päkiää. Medilogic -paine pohjallisilla saamiemme tulosten mukaan tukipohjallisilla saatiin tasattua painetta koko jalkaterän alueelle ja huippupaineen alueita poistettua tai merkittävästi pienennettyä. Maksimipaineesta saadut tulokset viittaavat siihen, että jokaisen tutkittavan yksilölliset tukipohjalliset vähensivät painetta tietyillä jalkapohjan alueilla ja tasasivat painetta laajemmalle alueelle. Muun muassa jokaisen tutkittavan jalkaterän keskiosan mediaalipuolen kuormitus kasvoi tukipohjallisten kanssa. Tämä voi johtua siitä, että yksilöllisissä tukipohjallisissa on kaaren tuki, jota vasten jalkaterä kuormittuu. Kaaren tuki jakaa jalkapohjan painetta, sillä paineen vähentämiseksi esim. etuosalta tulee painetta jakaa muille jalkapohjan alueille. Janisse & Janisse (2010) mukaan suurempi keventävä vaikutus saavutetaan, kun plantaarista kuormitusta siirretään jalkaterän keskiosalle ilman, että kuormitetaan lisää muita jalan rakenteita (Uccioli – Giacomozzi 2012: 531, mukaan). Tutkimuksissa, joissa on tehty plantaarisen paineen mittauksia, on maksimipaine yleisimmin tarkasteltu arvo. Maksimipaineella on haavautumisen kannalta suuri merkitys, ja kenties juuri siksi sitä usein tarkastellaan. Maksimipaineen arvoa on myös helppo tutkia ja tulkita.

Paineen keskiarvosta saatujen tuloksien mukaan painetta onnistuttiin siirtämään jalkaterän etu- ja takaosilta keskiosalle. Plantaarinen paine viipyi pohjallisten kanssa useammassa kohdassa pidempään kuin ilman pohjallisia, mutta monilla alueilla paineen arvot vähenivät. Kahdella paineen viipymisen maksimaalinen arvo kuitenkin kasvoi molemmissa jaloissa ja yhdellä toisessa jalassa. Paineen viipymisen maksimiarvon paikka vaihtui jokaisella tutkittavalla, kun käytettiin tukipohjallisia. Paineen paikan vaihtuminen ei

noudattanut tiettyä kaavaa, vaan osalla tutkittavista paine siirtyi etu- tai takaosalta keskiosalle, mutta toisilla esimerkiksi etuosalta takaosalle.

Monien tutkimusten mukaan yksilölliset tukipohjalliset keventävät jalkapohjan plantaarista painetta parhaiten, mikä on oleellista myös jalkahaavojen parantumisen ja ennaltaehkäisyyn kannalta. On todettu, että korkealla plantaarisella paineella ja haavariskillä on yhteys. Pohdimme, että voiko myös paineen viipymisen arvon kasvaminen toisessa osaa jalkaterää olla riskinä uuden haavauman syntymiselle. Laitteistolla paineen viipymisen paikkaa ja arvoa on kuitenkin helppo tarkkailla ja kiinnittää huomiota liian korkeisiin arvoihin. Tutkimusten mukaan mahdollisimman varhainen diabeetikon plantaarisen paineen arviointi on loistava työkalu haavojen ennaltaehkäisyssä. Fang ym. mukaan jalkapohjan plantaaripaineen mittaaminen voi olla myös työkalu perifeerisen neuropatian aikaiseen diagnosointiin (Fang ym. 2013).

Tutkimme Optogaitilla kävelyssä tapahtuvia muutoksia. Saamiemme tulosten mukaan tukipohjallisia käytettäessä saatiin kahdella tutkittavalla vasemman ja oikean jalan askelpituuksien väliset erot tasaantumaan. Yhdellä muutosta tapahtui hieman. Askelleveyksien muutokset olivat hajanaisia. Askelleveydet itsessään pienenivät, mutta vasemman ja oikean jalan väliset leveyden erot kasvoivat prosentuaalisesti. Emme kuitenkaan tutkineet miten tämä vaikuttaa diabeetikon kävelykykyyn.

Tukipohjallisten kanssa saatiin kahden tutkittavan tuki- ja heilahdusvaiheiden kestot lähemmäksi normaaliarvoja. Yhdellä tutkittavista toisessa jalassa arvot muuttuivat lähemmäs normaaleja arvoja ja toisessa arvot menivät hieman päinvastaiseen suuntaan. Tämän tyyppisiä tutkimuksia tarvittaisiin lisää, sillä kirjallisuudesta emme löytäneet tietoa juurikaan tukipohjallisten vaikutuksesta diabeetikoiden kävelyn vaiheisiin. Diabeetikoiden kävelyä on tutkittu ja todettu, että kävelyn tukivaihe on pitkittynyt. Tarvittaisiin lisää tietoa siitä, millaista hyötyä on diabeetikolle kävelyn vaiheiden muuttumisesta lähemmäs normaaliarvoja.

Apuvälineen käyttö voi johtaa kävelyn varmuuden lisääntymiseen ja näin askelpituuksien välisten erojen tasaantumiseen sekä askelleveyden kapenemiseen. Korkeimpien riskiluokkien diabeetikoiden liikkuminen saattaa olla hankalaa johtuen esimerkiksi amputaatiosta tai nivelten jäykistymisestä. Liikkumisen hankaloituminen voi vähentää liikkumisen

halua ja motivoituminen itsestä huolehtimiseen saattaa kärsiä. Olipa sitten kysymys tukipohjallisen vaikutuksesta tai ns. lumevaikutuksesta, on diabeetikon hyvä liikuntakyky merkittävä seikka, jota tulisi tavoitella.

Tutkittavat olivat tyytyväisiä saamiinsa tietoihin ja kokivat saaneensa paljon uutta ja hyödyllistä tietoa. Pohjallisten tarkoitus selveni tutkittaville. Uskomme, että tutkittavat myös motivoituivat käyttämään pohjallisia nähtyään konkreettiset hyödyt, joita niillä voidaan saavuttaa. Ihmisiä motivoivat erilaiset asiat. Konkreettinen todiste (tuloste laitteen tulokista) voi auttaa joidenkin diabeetikoiden motivoimisessa. Tutkittavien mielestä olisi toivottavaa, että tällaisia mittauksia tehtäisiin tukipohjallisten hankintaprosessin yhteydessä.

Yksilöllisiä tukipohjallisia pitää käyttää oikeanlaisissa kengissä (Liukkonen – Saarikoski 2012: 193). Parhainkaan pohjallinen ei auta jos jalkine, jossa pohjallista käytetään, on huono. Vaikka työemme keskittyi arvioimaan pohjallisten vaikutuksia, ei hyvää jalkinetta saa unohtaa sillä se olennaisesti myötävaikuttaa pohjallisen kanssa. Hyvillä kengillä voidaan ehkäistä jopa 60–80 % jalkahaavojen uusiutumista (Saarikoski – Stolt – Liukkonen 2010: 350).

Tämän tyyllisistä liikelaboratoriomittauksista voisi olla paljon hyötyä tukipohjallisprosessissa, jos mittaukset on suoritettu oikein. Pohjallisen valmistaja/muokkaaja/arvioija saa mittauksissa välitöntä numeerista palautetta siitä, toimiiko keventävä vaikutus hyvin tai ollenkaan. Tulosten tulkitseminen vaatii muun muassa hyvää ymmärrystä jalan, pohjallisen ja alustan välisistä suhteista, joten parhaimmillaan laitteistojen käyttö syventää myös jalkaterapeutin ammattiosaamista. Toisaalta tottunut käyttäjä käyttää laitteistoja nopeasti ja vaivattomasti ja varsinainen mittauksen suorittaminen on nopeaa. Diabeetikon tukipohjallisten toimivuuden/vaikuttavuuden testaaminen olisi helppoa ja nopeaa suorittaa heti pohjallisten luovutusvaiheessa, jos tällaisia laitteita vain on käytettävissä. Laitteiden hankinta-, ylläpito- ja huoltokustannukset voivat olla suuria ja niihin ei leikkauksien uhkaamalla terveydenhuollolla välttämättä ole varaa.

7.2 Mittausten hyöty arviointivälineenä

Jalkapohjan paineen mittaaminen on kivutonta ja helppoa tehdä klinikalla, joten sen käytämiselle on useita syitä. Kuitenkin metodologiaa täytyy vielä mahdollisesti kehittää. (Fang

ym.) Tulokset tulevat numeerisessa muodossa, joten niitä on suhteellisen helppo tulkita. Jos laitteiston käyttö on luontevaa, sujuvat mittaukset nopeasti ja asiakas saa välitöntä, kirjallista palautetta siitä, miten hänen tukipohjallisansa vaikuttavat.

Tällaisten laitteistojen hankkiminen ei ole ilmaista, mutta niillä voitaisiin saavuttaa useita hyötyjä. Tukipohjallisten valmistaja saisi helposti ja nopeasti tietoa siitä, toimivatko tukipohjalliset halutulla tavalla. Asiakas saisi laitteiden antamaa palautetta liikkumisestaan ja tukipohjallistensa toimivuudesta. Tulosten näkeminen numeroina ja painannekuvina saattaisi motivoida asiakasta käyttämään apuvälineitään. Laitteisto saattaisi maksaa itsensä takaisin, jos tukipohjallisten käyttämisellä saataisiin ehkäistä jalkahaavojen ja amputaatioiden tuottamia kustannuksia.

Suoritimme mittauksia kahdella eri laitteistolla. Painepohjallisilla saadut tulokset kertovat tukipohjallisten kevennysvaikutuksesta. Optogaitilla saadut tulokset kertovat siitä, miten tukipohjalliset vaikuttavat diabeetikon kävelyyn ja liikkumiseen. Plantaaripaineen mittaaminen voi olla hyödyllisempää tukipohjallisten arvioinnissa käytännön työssä kuin Optogaitin käyttö. Emme löytäneet riittävästi tutkimusnäyttöä siitä, helpottuuko kävely tukipohjallisten kanssa, jos diabeetikon kävelyn tuki- ja heilahdusvaiheen kestot saadaan lähemmäksi viitearvoja.

Jos tarkoituksena on pienentää haavariskiä tai keventää jalkapohjan tiettyjä alueita, on plantaarisen paineen mittaamisesta hyötyä. Painepohjalliset antavat mittauksen jälkeen numeraalista tietoa, jota on helppo verrata ja siten tehdä tarvittavia muutostöitä tukipohjallisiin. Bus ym. (2011) mittasivat plantaaripainetta Pedar-X-painepohjallisilla. Painepohjallisten avulla voidaan parantaa yksilöllisten jalkineiden laatua ja siten ehkäistä haavojen syntymistä. Tutkimuksen tulos osoitti, että neuropatiaa sairastavien diabeetikoiden yksilöllisten jalkineiden ja tukipohjallisten kevennysvaikutuksia voidaan tehokkaasti parantaa käyttämällä painepohjallisten tarjoamaa dataa, kun tehdään apuvälineisiin muutostöitä. (Bus – Haspels – Busch-Westbroek 2011.)

Optogaitista voisi olla hyötyä, jos halutaan tarkastella tukipohjallisten vaikutusta kävelyn parametreihin. Sillä voidaan esimerkiksi tutkia diabeetikon kävely- ja liikuntakykyä sekä tukipohjallisten vaikuttavuutta näihin. Lisää tutkimuksia tarvitaan siitä, että paraneeko diabeetikon kävely- ja liikuntakyky pohjallisia käytettäessä.

8 Pohdinta

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää Metropolian liikelaboratorion laitteiston hyödynnettävyyttä diabeetikoiden tukipohjallisten arvioinnissa. Tavoitteena oli kuvata hyviä tukipohjallisten arviontikäytänteitä. Kirjallisuuskatsauksen, mittaustulosten ja kyselyn pohjalta arvioimme, että diabeetikoiden tukipohjallisten arvioinnissa olisi hyvä käyttää etenkin plantaaripaineen mittaamista. Erityisen hyödyllistä plantaaripaineen mittaaminen on siksi, että sillä voidaan mahdollisesti ehkäistä kalliiden komplikaatioiden, kuten jalkahaa-vojen syntymistä.

Prosessin kulku

Aluksi haasteena oli aiheen rajaaminen. Aihe rajautui yhteistyökumppaneiden taholta diabeetikoiden plantaaripaineen ja kävelyn muuttujien tutkimiseen. Yhdessä ohjaajien kanssa aihetta rajattiin vielä tarkemmin vastaamaan VATA-hankkeessa määriteltyjä tavoitteita. Aluksi oli tarkoitus tarkastella vain yksilöllisten tukipohjallisten vaikutuksia, mutta päädyimme tarkastelemaan myös laitteiston käytettävyyttä arviointiprosessissa VATA-hankkeen tehtävänannon mukaisesti. Olimme kiinnostuneita käyttämään Optogait ja Medilogic -laitteistojen lisäksi myös varsinaista liikeanalyysi-järjestelmää, mutta tämä osoittautui mahdottomaksi hankkeessa määriteltyjen seikkojen, muun muassa tutkimusluvan vuoksi. Liikeanalyysi-järjestelmän käyttö olisi tuonut enemmän tietoa tutkitavien kävelystä, mutta sen tuottamaa tietoa olisi ollut haasteellisempi tulkita ja analysoida. Kirjallisuuskatsauksen toteuttamisen olisi alussa voinut tehdä johdonmukaisemmin ja huolellisemmin. Koska aihe ei ollut alussa vielä tarkkaan rajattu, etsimme tietoa liian laajasti.

Yhteistyö Vantaan kaupungin kanssa ei ollut aivan saumatonta. Yhteistyökumppanin organisaation eri osilla ei ole ollut yhtä paljon tietoa meistä ja työstämme. Tarkoituksena oli saada ainakin kymmenen tutkittavaa, jolloin tutkimustuloksista olisi kenties voinut tehdä luotettavampia johtopäätöksiä. Asiakkaiden rekrytointi jäi viime hetkiin. Tutkimusjoukko jäi pieneksi, sillä rekrytointipäivinä Koivukylän terveysasemalla oli vain muutama tutkimuksen sisäänottokriteerit täyttävä henkilö. Jos oikeat tiedot olisivat välittyneet meille ajoissa, olisimme aloittaneet tutkittavien rekrytoinnin jo aiemmin keväällä.

Tulosten merkitys

Kirjallisuudesta ja aiheeseen liittyvistä tutkimuksista löytyi yhteneväisyyksiä opinnäytetyömme mittaustuloksiin. Tutkimusjoukko oli kuitenkin pieni, joten tulokset eivät ole tilastollisesti merkittäviä. Diabeetikon tukipohjallisten on tarkoitus yleensä keventää jalkapohjan plantaarista painetta. Tutkimuksissa on todettu, että plantaarisen paineen arviointia tulisi käyttää arvioitaessa kengän tai tukipohjallisen kevennysvaikutusta (Waaajiman ym. 2012; Arts ym. 2011; Bus ym. 2011). Painepohjallisilla saatujen mittaustulosten mukaan tukipohjalliset kevensivät jalkapohjan huippupaineita. Saamiemme tulosten perusteella toteamme, että plantaaripaineen mittaaminen olisi hyvä työkalu tukipohjallisten kevennysvaikutusten arvioinnissa.

Tutkimukset osoittavat, että diabeetikoiden kävelyn tukivaihe on pidentynyt. Tämä ilmeni myös opinnäytetyössämme tutkittavilla diabeetikoilla. Tukivaiheen kesto saatiin lähemmäksi normaalia arvoa tukipohjallisia käyttämällä. Tämän luulisi vaikuttavan positiivisesti diabeetikon kävelykykyyn, mutta tutkimuksia aiheesta tarvitaan vielä lisää. Optogaitilla voidaan mitata kävelyn vaiheita, mistä on hyötyä kun halutaan tarkastella diabeetikon kävely- ja liikkumiskykyä.

Luotettavuus

Luotettavuus kohentuu laadullisessa tutkimuksessa tarkan selostuksen myötä tutkimuksen vaiheista, aineiston keräyksen olosuhteista ja mahdollisista häiriötekijöistä, mahdollisten virhetulkintojen kertomisesta sekä tutkijan omasta itsearviointista tilanteesta. Aineiston tuottaminen on kerrottava totuudenmukaisesti. (Hirsjärvi ym. 2008: 227.) Suoritimme mittaukset jokaiselle tutkittavalle laatimamme tutkimusprotokollan mukaisessa järjestyksessä ja kirjasimme jokaisen mittauksen jälkeen tulosteisiin oliko mittaus suoritettu ilman tukipohjallisia vai tukipohjallisten kanssa. Tutkimusprotokolla on tarkasti kirjattu ja sen pohjalta tutkimus olisi helppo suorittaa uudelleen. Opinnäytetyömme tulosten toistettavuus on käytännössä mahdotonta, sillä tutkimme ihmisten toimintaa ja on mahdotonta sanoa olisivatko tulokset samat, jos mittaukset suoritettaisiin uudelleen. Jos tämä tutkimus suoritettaisiin uudestaan, tutkimusjoukon tulisi olla suurempi, jotta saataisiin luotettavampaa tietoa.

Opinnäytetyömme toteutui eettisten periaatteiden mukaisesti. VATA-hankkeen kautta saimme valmiit tiedotteet ja suostumuslomakkeet. Jokainen tutkittava osallistui vapaaehtoisesti ja antoi kirjallisen suostumuksensa. Aineisto ja tulokset kerättiin, tallennettiin ja käsiteltiin luottamuksellisesti henkilötietolain edellyttämällä tavalla. Tulokset analysoitiin koodattuina, eivätkä tutkittavat ole tunnistettavissa. Tutkimuksia koskevia tietoja ei luovutettu ulkopuoliselle, eikä niitä käytetä muuhun kuin tämän hankkeen kehittämistyöhön.

Ulkopuolisen tarkkaillessa ja analysoidessa kävelyä mitattava keskittyy kävelyn kontrolloimiseen normaalia enemmän. Ulospäin tämä näkyy kävelyn muuttumisella esimerkiksi ryhdin paranemisella, kävelynopeuden kasvulla ja mahdollisten patologisten liikemallien häviämisellä. Tämän takia mitattavalle on korostettava kävelyn luonnollisuutta, toistamalla kävelyä useita kertoja ja suuntaamalla mitattavan huomio pois kävelystä, jotta saataisiin paras mahdollinen kuva todellisesta tilanteesta. Tutkittavaa kannattaa tarkkailla myös muissa tilanteissa kuin kävelyn analysointivaiheessa. (Kauranen – Nurkka 2010: 387.) Jotta tulokset olivat mahdollisimman luotettavia ja kuvasivat normaalia kävelyn tilannetta, emme kertoneet tutkittaville tutkimustilanteesta sitä, milloin suoritimme mitauksia. Yksi tutkittavista käveli sen verran huonosti, että pienensimme harjoituskierroksia hänen kohdallaan. Hänen kävelyvauhtinsa oli normaalia hitaampi, jolloin Optogait-ohjelma keskeytti kävelyn mittaamisen automaattisesti. Käytimme hänen kohdallaan testin manuaalista aloittamista ja lopettamista.

Plantaaripaineen sanallista kuvaamista varten jaoimme jalkapohjan kuuteen eri alueeseen ja tarkastelimme paineen maksimiarvoja kullakin alueella. Kahden koehenkilön painepohjalliset olivat samaa kokoa ja yhden huomattavasti pienemmät, jolloin jalkapohjan jakaminen alueisiin ei ollut aivan yhtenevä, mikä voi vaikuttaa alueellisten tulosten tulkintaan. Lisäksi kahden henkilön kengän koko oli 47, kun painepohjallisten suurin koko on 45. Liian pieni painepohjallinen saattaa vaikuttaa plantaaripaineesta saamiimme tuloksiin.

Jatkoa koskevat ajatukset ja suositukset

Terveystieteiden laissa (1326/2010) säädetään kunnan järjestämisvastuuseen kuuluvasta terveydenhuollon toteuttamisesta ja sisällöstä, muun muassa apuvälinepalveluista. Palveluiden järjestämisessä voi olla alueellisia eroja, esimerkiksi osa apuvälinepalveluista, kuten yksilölliset tukipohjalliset voidaan tuottaa ostopalveluina. Apuväli-

nepalvelun saajan ympärillä voi toimia iso joukko eri ammattilaisia, joiden välinen työnjako ei välttämättä aina ole selkeä. Jos yksilölliset tukipohjalliset esimerkiksi teetetään ostopalveluina, voivat tukipohjallistarpeen arvioija, pohjallisen valmistaja ja pohjallisen toimivuuden arvioija olla eri henkilöitä. Pohjallisen vaikuttavuuden arviointi voi jäädä välle huomiolle, varsinkin jos on epäselvää, kuka pohjallisia arvioi.

Tukipohjallisen vaikuttavuuden arvioinnista ei tunnu myöskään olevan selkeää protokollaa. Vaikuttavuutta arvioidaan yleensä asiakkaan seistessä pelkkien tukipohjallisten päällä, tai kävellessä tukipohjalliset kengissä. Tukipohjallisen vaikuttavuuden arvioinnissa tarkkaillaan yleensä asiakkaan alaraajan linjauksen parantumista, tai kysellään asiakkaan tuntemuksia tukipohjallisesta. Tukipohjallisten sopivuutta voidaan arvioida myös ihomuutosten ilmenemisen tai häviämisen avulla, sillä niiden on osoitettu kertovan jalkapohjan kuormituksesta. Pohjallisten arviointi voi tapahtua samalla kun tukipohjalliset luovutetaan, kuitenkin suositeltavaa olisi suorittaa arviointia kontrollikäynnillä muutamien viikkojen kuluttua. Tukipohjallisten vaikuttavuuden arviointi perustuu siis pitkälti joko pohjallisten luovuttajan arviointikykyyn tai asiakkaan subjektiiviseen tuntemukseen tukipohjallisista. Neuropatiaa sairastavan diabeetikon kohdalla subjektiivinen tuntemus pohjallisesta ei ole luotettava. Tukipohjallisen luovuttajan toimintatavat ja arviointikyky voivat vaihdella johtuen esimerkiksi koulutuksesta.

Käypä hoito -suosituksen mukaan kevennyshoitoa käytetään ehkäisemään diabeetikoiden jalkahaavoja. Sen mukaan EUROIDALE-kartoituksessa on kartoitettu jalkahaavapotilaan haavanhoitokuluja 12 kuukauden seurannan aikana. Hoitokulut riippuivat haavan vaikeusasteesta, mutta keskimääräiset kokonaishoitokulut olivat noin 10 000 euroa vuodessa sisältäen suorat ja epäsuorat kulut. Parantumattoman haavan hoidon vuosikulut nousevat noin 20 000 euroon. Amputaatioiden kustannukset olivat vielä suuremmat. (Diabeetikon jalkaongelmat: Käypä hoito -suositus 2009 mukaan.)

Plantaarisen paineen mittaamisella voitaisiin mahdollisesti tehdä pitkän aikavälin kustannussäästöjä, jos sillä saadaan ennaltaehkäistyä jalkahaavojen kehittymistä. Plantaarisen paineen mittauksella saataisiin heti tukipohjallisten luovutuksen yhteydessä arvioida sen kevennystekokkuutta sekä tehtyä mahdolliset tarvittavat muutokset. Tukipohjallisen arviointi heti niiden luovutustilanteessa voisi vähentää muiden kontrollikäyntien tarvetta, sekä epäsovivista pohjallisista diabeetikolle koituvaa haittaa.

Kirjallisuuskatsausta tehdessämme löysimme paljon tutkimuksia diabeetikon plantaari-paineen ja neuropatian välisestä yhteydestä. Olisi hyvä saada lisää tietoa siitä, voidaan aikaisella plantaarisen paineen tarkkailulla ennaltaehkäistä neuropatian aiheuttamia jalkaterän muutoksia ja komplikaatioita. Tarvitaan myös lisää tutkimuksia siitä, miten tukipohjalliset vaikuttavat diabeetikon kävely- ja liikuntakykyyn, sekä onko tukipohjallisista mahdollisesti hyötyä näihin. Tietomme yksilöllisten tukipohjallisten arvioinnista perustuvat pitkälti työharjoitteluista saamiimme tietoihin. Suomessa ei tunnu olevan virallisia yksilöllisten tukipohjallisten arviointikäytänteitä. Tulevaisuudessa tarvitaan lisää tutkimuksia tukipohjallisten arviointikäytännöistä. Näiden perusteella tulisi luoda selkeä protokolla arvioinnin avuksi.

Lähteet

Abboud, R. J. – Rowley, D.I. – Newton, R.W. 2000. Lower limb muscle dysfunction may contribute to foot ulceration in diabetic patients. *Clinical biomechanics* 15. 38-45.

Ahonen, Jarmo – Kantola, Matti – Liukkonen, Irmeli 2012: Ortoositerapian periaatteet. Teoksessa Liukkonen, Irmeli – Saarikoski, Riitta (toim.): Jalat ja terveys. 4. painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. 400-420.

Apuvälineiden laatusuositus 2003. Sosiaali- ja terveysministeriö. Helsinki.
<https://www.thl.fi/documents/470564/817072/Apuvalinepalveluiden_laatusuositus_fi.pdf/29b07498-f5ec-4a21-9559-0216b5f1827a> Luettu 21.9.2015

Arts, M.L.J. – Bus, S.A. 2011. Twelve steps per foot are recommended for valid and reliable in-shoe plantar pressure data in neuropathic diabetic patients wearing custom made footwear. *Clinical Biomechanics* 26. 880-884.

Barn, Ruth – Waajiman, Roelof – Nollet, Frans – Woodburn, James – Bus, Sicco A. 2015. Predictors of Barefoot Plantar Pressure during Walking in Patients with Diabetes, Peripheral Neuropathy and a History of Ulceration. *Nettiartikkeli*. <<http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0117443>> Luettu 24.4.2015.

Boulton, Andrew JM – Vileikyte, Loretta 2011. Managing neuropathic pain in the diabetic patient. Second edition. London: Springer healthcare Ltd. 1-2.

Brown, Steven J. – Handsaker, Joseph C. – Bowling, Frank L. – Maganaris, Costantinos N. – Boulton, J. M. – Reeves, Neil D. 2014. Do patients with diabetic neuropathy use a higher proportion of their maximum strength when walking? *Journal of Biomechanics* 47. 3639-3644.

Burns, J. – Wegener, C. – Begg, L. – Vicaretti, M – Fletcher, J. 2009. Original article: Complications randomized trial of custom orthoses and footwear on foot pain and plantar pressure on diabetic peripheral arterial disease. *Diabetic medicine UK*. s. 893-899.

Bus, Sicco A – Haspels, Rob – Busch-Westbroek, Tessa E. 2011. Evaluation and optimization of therapeutic footwear for neuropathic diabetic foot patients using in-shoe plantar pressure analysis. *Diabetes care* 34. 1595-1600.

Bus, Sicco A – Ulbrecht, Jan S. – Cavanagh, Peter R. 2004. Pressure relief and load redistribution by custom-made insoles in diabetic patients with neuropathy and foot deformity. *Clinical Biomechanics* 19. 629-638.

Chen, Wen-Ming – Lee, Sung-Jae – Lee, Peter Vee Sin 2014. Plantar pressure relief under the metatarsal heads – Therapeutic insole design using three-dimensional finite element model of the foot. *Journal of Biomechanics*. Volume 48. Issue 4. 659-665.

Chen, Y. C. – Su, F. C. – Huang, C.Y. 2007. Effects of the shoes and insoles on gait patterns in the flatfoot. *Presentation 0560, Prosthetics and Orthotics* 2. 11:00, Room 105.

Fang, F. – Wang, Y.-F., Gu, M.-Y. – Chen, H. Wang, D.-M. – Xiao, K. – Yan, S. – Yao, L.-L. – Li, N. – Zhen, Q. – Peng, Y.-D. 2013. Pedobarography – a novel screening tool for diabetic peripheral neuropathy? European review for medical and pharmacological sciences. 17(23):3206-12.

Fernandez, M. – Lozano, R. – Diaz, M. – Jurado, M. – Hernandez, D. – Montesinos, J. 2013. How effective is orthotic treatment on patients with recurrent diabetic foot ulcers? Journal of the American Podiatric Medical Association. Original articles. Vol. 103, No. 4, pp. 281-290

Guldemon, N. A. – Leffers, P. – Schaper, N. C. – Sanders, A. P. – Nieman, F. – Willems, P. Walenkamp, G. H. I. M. 2007. The effects of insole configurations on forefoot plantar pressure and walking convenience in diabetic patients with neuropathic feet. Clinical Biomechanics 22. 81-87.

Hirsjärvi, Sirkka – Remes, Pirkko – Sajavaara, Paula 2008. Tutki ja kirjoita. 13.-14., osin uudistettu painos. Keuruu: Otavan Kirjapaino Oy. 133, 203, 227

Ilanne-Parikka, Pirjo – Rönnemaa, Tapani – Saha, Marja-Terttu – Sane, Timo (toim.) 2015: Diabetes. 8. uudistettu painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. 7

Jor'dan, Azizah J. – Manor, Brad – Novak, Vera 2014. Slow gait speed – an indicator of lower cerebral vasoreactivity in type 2 diabetes mellitus. USA. Front Aging Neurosci. 2014; 6: 135.

Kananen, Jorma 2014. Laadullinen tutkimus opinnäytetyönä. Miten kirjoitan kvalitatiivisen opinnäytetyön vaihe vaiheelta. Jyväskylän ammattikorkeakoulun julkaisuja -sarja. Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu. 19, 58

Kauranen, Kari – Nurkka, Niina 2010. Biomekaniikkaa liikunnan terveydenhuollon ammattilaisille. Liikuntatieteellisen Seuran julkaisu nro 166. Tampere: Liikuntatieteellinen Seura ry. 235, 380-385, 387, 410.

Karmakar, Surshen – Rashidian, Houman – Chan Cynthia – Liu, CaiXia – Toth, Cory 2014. Investigating role of neuropathic pain relief in decreasing gait variability in diabetes mellitus patients with neuropathic pain: a randomized, double-blind crossover trial. Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation 2014. 11:125.

Koski, Sari 2010. Diabetesbarometri 2010. Dehko. Julkaisija: Suomen Diabetesliitto ry. 6, 43.

Kruus-Niemelä, Maria 2010. Proteesit ja ortoosit. Teoksessa Salminen, Anna-Liisa (toim.): Apuvälinekirja. OPIKE. Kouvola. 155

Kwon, Oh-Yun – Minor, Scott D. – Maluf, Katrina S. – Mueller, Michael J. 2003. Comparison of muscle activity during walking in subjects with and without diabetic neuropathy. Gait and Posture 18. 105-113.

Käypä hoito -suositus. Diabetes. Julkaistu 12.9.2013. <<http://www.kaypa-hoito.fi/web/kh/suosituks/suositus?id=hoi50056>> Luettu 2.2.2015

Käypä hoito -suositus. Diabeetikon jalkaongelmat. Julkaistu 24.6.2009.

<<http://www.kaypahoito.fi/web/kh/suosituksset/suositus.jsessionid=0FCD8F4DF55DE67B85FD8490405C1073?id=hoi50079>> Luettu 15.1.2015

Levine, David – Richards, Jim – Whittle, Michael W. 2012. Whittle´s Gait analysis. Fifth Edition. Toronto Churchill Livingstone Elsevier.

Lo, Wai Ting – Yick, Kit Lun – Pui, Sun – Yip, Joanne 2014. New methods for evaluating physical and thermal comfort properties of orthotic materials used in insoles for patients with diabetes. Journal of rehabilitation research & development. Volume 51, number 2. 311-324.

Medilogic insole 2015. <<http://www.medilogic.com/en/products-human/footpressure-measurement/medilogic-insole/>> Luettu 8.12.2014

Melai, Tom – Schaper, Nicolaas C. – IJzerman, T. Herman – de Lange, Ton L. H. – Willems, Paul J. B. – Meijer, Kenneth – Lieveerse, Aloysius G. – Savelberg, Hans H.C.M. 2013. Increased forefoot loading is associated with an increased plantar flexion moment. Human Movement Science. 32 (4). 785-793.

Mueller, Michael J. – * – Hastings, Mary – Pilgram, Thomas K. – Commean, Paul K. – Robertson, Douglas – Smith, Kirk E. – Johnson, Jeffrey 2003. Forefoot structural predictors of plantar pressures during walking in people with diabetes and peripheral neuropathy. Journal of Biomechanics 36. 1009–1017.

Nissén, Michael – Liukkonen, Irmeli 2012. Diabeetikon jalkaongelmien ehkäisy ja hoidon järjestäminen. Teoksessa Liukkonen, Irmeli – Saarikoski, Riitta (toim.): Jalat ja terveys. 4. painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. 680

Niemi, M. – Winell, K. 2005. Diabetes Suomessa. Esiintyvyys ja hoidon laadun vaihtelu. Raportti.

Optogait 2007. <<http://www.optogait.com/>> Luettu 7.2.2014

Rönnemaa, Tapani 2015. Mistä diabeetikon jalkaongelmat johtuvat? Teoksessa Ilanne-Parikka, Pirjo – Rönnemaa, Tapani – Saha, Marja-Terttu – Sane, Timo (toim.): Diabetes. 8. uudistettu painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. 224.

Rönnemaa, Tapani 2015 Diabetes ja neuropatia. Teoksessa Ilanne-Parikka, Pirjo – Rönnemaa, Tapani – Saha, Marja-Terttu – Sane, Timo (toim.): Diabetes. 8. uudistettu painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. 510–511

Rönnemaa, Tapani 2015: Neuropatiasta johtuvat haavat. Teoksessa Ilanne-Parikka, Pirjo – Rönnemaa, Tapani – Saha, Marja-Terttu – Sane, Timo (toim.): Diabetes. 8. uudistettu painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. 229

Saarikoski, Riitta – Stolt, Minna – Liukkonen, Irmeli: Terveet jalat. Kustannus Oy Duodecim. Helsinki. 350–354

Saraheimo, Markku – Sane, Timo 2015. Diabeteksen yleisyys. Teoksessa Ilanne-Parikka, Pirjo – Rönnemaa, Tapani – Saha, Marja-Terttu – Sane, Timo (toim.): Diabetes. 8. uudistettu painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. 10

Salminen, Ari 2011. Mikä kirjallisuuskatsaus? Johdatus kirjallisuuskatsauksen tyyppeihin ja hallintotieteellisiin sovelluksiin. Vaasa: Vaasan yliopiston julkaisuja. Opetusjulkaisuja 62. 9

Savelberg, Hans H.C.M. – Ilgin, Duygu – Meijer, Kenneth – Angin, Salih – Willems, Paul J. B. – Schaper, Nicolaas C. 2010. Prolonged activity of knee extensors and dorsal flexors is associated with adaptations in gait in diabetes and diabetic polyneuropathy. *Clinical biomechanics* 25. Elsevier. 468-475.

Sawacha, Zimi – Gabriella, Guarneri – Cristoferi, Giuseppe – Guiotto, Annamaria – Avogaro, Angelo – Cobelli, Claudio 2009. Diabetic gait and posture abnormalities: A biomechanical investigation through three dimensional gait analysis. *Clinical Biomechanics* 24. 722-728.

Skopljak, Amira – Sukalo, Aziz – Batic-Mujanovic, Olivera – Muftic, Mirsad – Tiric-Campara, Merita – Zunic, Lejla 2014. Assessment of Diabetic Polyneuropathy and Plantar Pressure in Patients with Diabetes Mellitus in Prevention of Diabetic Foot. *Medical archives* 68(6). 389-393.

Tang, Ulla Hellstrand – Zügner, Ronald – Lisovskaja, Vera – Karlsson, Jon – Hagberg, Kerstin – Tranberg, Roy 2014. Comparison of plantar pressure in three types of insole given to patients with diabetes at risk of developing foot ulcers – A two-year, randomized trial. *Journal of Clinical & Translational Endocrinology*. Volume 1, Issue 4. Elsevier. 121–132

Terveystietokanta 1326/2010

<<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2010/20101326>> Luettu 15.10.2015.

Tuomi, Jouni – Sarajärvi, Anneli 2002. Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi. 1.-2. painos. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi. 73, 95, 97, 111-112

Uccioli, Luigi – Giacomozzi, Claudia 2012. The role of Footwear in the Prevention of Diabetic Foot Problems. Teoksessa Veves, Aristidis – Giurini, John M. – LoGerfo, Frank W (editors): *The Diabetic Foot*. Third edition. Humana Press. 519-531

Van Schie, Carine – Slim, F.J. 2012. Biomechanics of the diabetic foot: the road to foot ulceration. Teoksessa Veves, Aristidis – Giurini, John M. – LoGerfo, Frank W. (editors): *The Diabetic foot. Medical and surgical management* 3rd edition. New York: Humana Press. 205-206, 209

Vilkka, Hanna 2005. Tutki ja kehitä. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi. 53, 140

Vänskä, Nea – Sipari, Salla – Valtonen, Anu – Nurminen, Tomi – Anttila, Pekka – Keponen, Riitta – Leminen, Teija-Marita 2014. Kehittämishankkeen tutkimussuunnitelma. VATA-hanke. Metropolia Tuubi verkkomateriaalit

Waaijman, R – Arts, M. L. J. – Haspels, R – Busch-Westbroek, T. E. – Nollet, F - Bus, S.A 2012. Pressure-reduction and preservation in custom-made footwear of patients with diabetes and a history of plantar ulceration. *DIABETIC Medicine* 29, 1542–1549.

Yu, X – Yu, G-R – Chen, Y-X – Liu, X-C 2011. The Characteristics and Clinical Significance of Plantar Pressure Distribution in Patients with Diabetic Toe Deformity: a Dynamic Plantar Pressure Analysis. *The Journal of International Medical Research*. 39: 2352 – 2359

Saatekirje VATA (vaikuttavat tavat)- hanke

Tiedote liikelaboratoriossa tehtävistä mittauksista, jotka koskevat tukipohjallisten aiheuttamia muutoksia liikkumiskyvyssä

Hyvä kuntoutuspalvelujen käyttäjä,

Kutsumme Teidät mukaan kehittämään kanssamme apuvälinepalveluja siten, että ne vastaisivat paremmin tarpeitanne ja toimintakykyne edistymistä. Kehittäminen liittyy valtakunnalliseen "Vaikuttavat tavat, näyttöön perustuva toiminta sosiaali- ja terveysalalla" (VATA) – hankkeeseen, jonka tarkoituksena on kehittää apuvälineiden luovutusperusteita ja hyvää paikallista apuvälinekäytäntöä. Toivomme osallistumistanne toimintakyvyn arviointiin, jossa tutkimme tukipohjallisten aiheuttamia muutoksia liikkumiskykyne liikelaboratoriossa tehtävin mittauksin.

Tutkiminen toteutetaan Metropolia Ammattikorkeakoulun liikelaboratoriossa (Vanha Viertotie 23, Haaga, Helsinki). Tukipohjallisten vaikutuksia liikkumiskykyne arvioidaan mittaamalla kuormituksen jakautumista jalkapohjan alueelle. Mittaus tapahtuu asettamalla kengän sisään painetta mittaava pohjallinen, jonka jälkeen osallistuja kävelee 10 metrin matkan. Laitteisto tallentaa kuormituksen jakautumisen jalkapohjan alueelle kävelyn ajalta. Lisäksi kävelyn symmetriaa ja raideleveyttä mitataan Optogait -laitteistolla, joka tallentaa kävelyn symmetriatiedot osallistujan kävellessä laitteistoon kuuluvan kahden palkin välissä.

Kehittämistyöhön osallistuminen ei tule vaikuttamaan tämän hetkisiin kuntoutuspalveluihinne. Kehittäminen toteutuu osana Metropolia Ammattikorkeakoulun opiskelijoiden opinnäytetöitä. Kerättyä aineistoa hyödynnetään jalkaterapian opinnäytetyössä ja hankkeen loppuraportissa, jossa arvioidaan tukipohjallisten aiheuttamia muutoksia diabetesta sairastavan ihmisen kävelyyn.

Osallistuminen on vapaaehtoista ja sen voi keskeyttää syytä ilmoittamatta milloin tahansa. Kaikki aineisto ja tulokset kerätään, tallennetaan ja käsitellään luottamuksellisesti henkilötietolain edellyttämällä tavalla. Yksittäiselle tutkimukseen osallistuvalle kuntoutujalle annetaan numerokoodi ja kaikki tieto säilytetään koodattuina tutkimustiedostoissa. Tulokset analysoidaan koodattuina, eikä yksittäinen kuntoutuja ole tunnistetta-

vissa. Tutkimusten tulokset esitetään myös siten, ettei yksittäinen osallistuja ole tunnistettavissa. Tutkimuksia koskevia tietoja ei luovuteta ulkopuoliselle taholle, eikä niitä käytetä muuhun kuin tämän hankkeen kehittämistyöhön. Tallennetut tiedot säilytetään Metropolia Ammattikorkeakoulun tiloissa hyvää tutkimustapaa noudattaen lukitussa kaapissa. Kerätty aineisto hävitetään loppuraportin kirjoittamisen jälkeen joulukuussa 2015.

Osallistumiseen on arvokasta, jotta voimme kehittää palveluja toimintakykyä parhaiten edistäviksi!

Metropoliassa hankkeesta vastaavat projektipäällikkö Nea Vänskä (nea.vanska@metropolia.fi) sekä jalkaterapian lehtori Pekka Anttila, joka antaa mielellään lisätietoja hankkeesta.

Ystävällisin terveisin: Pekka Anttila, jalkaterapian lehtori, p. 0406418318, pekka.anttila@metropolia.fi, Nea Vänskä, projektipäällikkö, nea.vanska@metropolia.fi Jalkaterapian opiskelijat: Reeta Saari ja Elina Antola

Suostumuslomake

VATA (vaikuttavat tavat)- hanke

Suostumus liikelaboratoriossa tehtäviin mittauksiin, jotka koskevat tukipohjallisten aiheuttamia muutoksia liikkumiskyvyssä

Olen saanut sekä suullista että kirjallista tietoa VATA- hankkeesta, jossa kehitetään apuvälinepalveluja siten, että ne vastaisivat paremmin kuntoutujien tarpeita ja toimintakyvyn edistymistä. Tiedän, että hankkeen tarkoituksena on kehittää apuvälineiden luovutusperusteita ja hyvää paikallista apuvälinekäytäntöä. Olen saanut riittävästi tietoa liikelaboratoriossa minulle toteutettavista toimintakyvyn mittauksista. Tiedän, että kerättyä aineistoa hyödynnetään jalkaterapian opinnäytetyössä ja hankkeen loppuraportissa, jossa arvioidaan tukipohjallisten aiheuttamia muutoksia diabetesta sairastavan ihmisen kävelyyn.

Minulla on ollut mahdollisuus esittää kehittämistoimintaan liittyen tarkentavia kysymyksiä. Ymmärrän, että minulla on mahdollisuus keskeyttää osallistumiseni milloin tahansa syytä ilmoittamatta ilman, että siitä koituu minulle mitään haittaa. Voin myös peruttaa tämän suostumukseni, jolloin minusta kerättyjä tietoja ei käytetä enää kehittämistarkoituksessa. Tietojani käsitellään luottamuksellisesti henkilötietolakia ja hyvää tieteellistä käytäntöä noudattaen. Tietojani ei luovuteta ulkopuolisille, eikä niitä käytetä muuhun kuin tämän hankkeen kehittämistyöhön. Tiedot hävitetään hankkeen päätyttyä. Tiedot esitetään hankkeen tuloksissa siten, että niistä ei voi tunnistaa henkilöä.

Vahvistan allekirjoituksellani suostumukseni ja vapaaehtoisen osallistumiseni tähän kehittämishankkeeseen.

Osallistujan nimi: _____

Sotu: _____

Osoite: _____

Puhelinnumero: _____

Paikka: _____ Päiväys: ____/____

Osallistujan allekirjoitus: _____

Osallistujan nimenselvennös: _____

Suostumuksen vastaanottajan nimi: _____

Paikka: _____ Päiväys: ____/____

Suostumuksen vastaanottajan allekirjoitus: _____

Hakusanat

Tietokanta	Hakusana (english, full text, aikarajaus 2000-luvun puolella)	Osumat	Käyttökelpoisia tiivistelmän perusteella	Käyttökelpoisia koko tekstin perusteella
PubMed	Insole*	220	6	2
	Insole, gait	28	1	1
	Gait analysis	2940	10	2
	Insoles and walking	41	2	0
	Diabetes, walking	523	10	3
	Foot orthosis, gait	171	3	0
	Foot orthosis	354	6	2
	evaluate insoles	23	1	1
	effectiveness of insole	11	4	1
	plantar pressure	426	8	6

Tietokanta	Hakusanat (aikarajaus 2005-2015, aihe diabetic, diabetic foot tai gait, gait analysis, walk)	Osumat	Käyttökelpoisia tiivistelmän perusteella	Käyttökelpoisia koko tekstin perusteella
Science Direct	Insole	59	8	1
	Insole, gait	23	0	0
	Gait analysis	0	0	1
	Insoles and walking	42	5	0
	Diabetes, walking	653	5	4
	Foot orthosis, gait	149	0	0
	Foot orthosis	150	0	0
	evaluate insoles	31	2	0
	effectiveness of insole	20	2	1

Tietokanta	Hakusana (english)	Osumat	käyttökelpoisia tiivistelmän perusteella	käyttökelpoisia koko tekstin perusteella
Catálogo de las Bibliotecas CRAI de la Universidad Europea	Insoles	2044	7	1
	Evaluate insoles	160	4	1
	effectiveness of insole	132	2	0

Liikelaboratorion hyödynnettävyysskysely

Nimi: _____

pvm: _____

Haastattelija: _____

0= ei lainkaan 10= paras mahdollinen

1. Kuinka paljon uutta tietoa saitte kävelystänne tukipohjallisten kanssa? 0 1 2 3 4 5 6 7
8 9 10

2. Kuinka paljon käytännön merkitystä liikkumisesta saamallanne tiedolla on? 0 1 2 3 4
5 6 7 8 9 10

3. Kuinka hyödylliseksi koitte laboratoriomittaukset? 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

4. Minkä koitte erityisen hyödylliseksi?

5. Toivoisitteko, että tämän tyyppistä arviointia sisältyisi tukipohjallisprosessiin?
Kyllä/Ei

6. Missä vaiheessa prosessia?

Kirjallisuuskatsauksen lähdeviitteet

Lähdeviite	Diabeteksen aiheuttamat muutokset
<p>Van Schie, Carine – Slim, F.J. 2012. Biomechanics of the diabetic foot: the road to foot ulceration. Teoksessa Veves, Aristidis – Giurini, John M. – LoGerfo, Frank W. (editors): The Diabetic foot. Medical and surgical management 3rd edition. New York: Humana Press. 205-206, 209</p> <p>Brown, Steven J. – Handsaker, Joseph C. – Bowling, Frank L. – Maganaris, Costantinos N. – Boulton, J. M. – Reeves, Neil D. 2014. Do patients with diabetic neuropathy use a higher proportion of their maximum strength when walking? Journal of Biomechanics 47. 3639-3644.</p> <p>Karmakar, Surshen – Rashidian, Houman – Chan Cynthia – Liu, CaiXia – Toth, Cory 2014. Investigatins role of neuropathic pain relief in decreasing gait variability in diabetes mellitus patients with neuropathic pain: a randomized, double-blind crossover trial. Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation 2014. 11:125.</p>	Lisääntynyt kaatumisriski
<p>Fang, F. – Wang, Y.-F., Gu, M.-Y. – Chen, H. Wang, D.-M. – Xiao, K. – Yan, S. – Yao, L.-L. – Li, N. – Zhen, Q. – Peng, Y.-D. 2013. Pedobarography – a novel screening tool for diabetic peripheral neuropathy? European review for medical and pharmacological sciences.</p> <p>Jor'dan, Azizah J. – Manor, Brad – Novak, Vera 2014. Slow gait speed – an indicator of lower cerebral vaso-reactivity in type 2 diabetes mellitus. USA. Front Aging Neurosci. 2014; 6: 135.</p> <p>Kwon, Oh-Yun – Minor, Scott D. – Maluf, Katrina S. – Mueller, Michael J. 2003. Comparison of muscle activity during walking in subjects with and without diabetic neuropathy. Gait and Posture 18. 105-113.</p> <p>Savelberg, Hans H.C.M. – Ilgin, Duygu – Meijer, Kenneth – Angin, Salih – Willems, Paul J. B. – Schaper, Nicolaas C. 2010. Prolonged activity of knee extensors and dorsal flexors is associated with adaptations in gait in diabetes and diabetic polyneuropathy. Clinical biomechanics 25. Elsevier. 468-475.</p>	Hidastunut kävelyvauhti

Lähdeviite	Diabeteksen aiheuttamat muutokset
<p>Van Schie, Carine – Slim, F.J. 2012. Biomechanics of the diabetic foot: the road to foot ulceration. Teoksessa Veves, Aristidis – Giurini, John M. – LoGerfo, Frank W. (editors): The Diabetic foot. Medical and surgical management 3rd edition. New York: Humana Press. 205-206, 209</p>	<p>Hidastunut kävelyvauhti</p>
<p>Savelberg, Hans H.C.M. – Ilgin, Duygu – Meijer, Kenneth – Angin, Salih – Willems, Paul J. B. – Schaper, Nicolaas C. 2010. Prolonged activity of knee extensors and dorsal flexors is associated with adaptations in gait in diabetes and diabetic polyneuropathy. Clinical biomechanics 25. Elsevier. 468-475.</p> <p>Kwon, Oh-Yun – Minor, Scott D. – Maluf, Katrina S. – Mueller, Michael J. 2003. Comparison of muscle activity during walking in subjects with and without diabetic neuropathy. Gait and Posture 18. 105-113.</p>	<p>Pitkittynyt nilkkanivelen dorsiflexoreiden toiminta kävelyssä</p>
<p>Kwon, Oh-Yun – Minor, Scott D. – Maluf, Katrina S. – Mueller, Michael J. 2003. Comparison of muscle activity during walking in subjects with and without diabetic neuropathy. Gait and Posture 18. 105-113.</p> <p>Savelberg, Hans H.C.M. – Ilgin, Duygu – Meijer, Kenneth – Angin, Salih – Willems, Paul J. B. – Schaper, Nicolaas C. 2010. Prolonged activity of knee extensors and dorsal flexors is associated with adaptations in gait in diabetes and diabetic polyneuropathy. Clinical biomechanics 25. Elsevier. 468-475.</p> <p>Abboud, R. J. – Rowley, D.I. – Newton, R.W. 2000. Lower limb muscle dysfunction may contribute to foot ulceration in diabetic patients. Clinical biomechanics 15. 38-45.</p> <p>Brown, Steven J. – Handsaker, Joseph C. – Bowling, Frank L. – Maganaris, Costantinos N. – Boulton, J. M. – Reeves, Neil D. 2014. Do patients with diabetic neuropathy use a higher proportion of their maximum strength when walking? Journal of Biomechanics 47. 3639-3644.</p>	<p>Muutokset lihastoiminnassa kävelyn aikana</p>
<p>Sawacha, Zimi – Gabriella, Guarneri – Cristoferi, Giuseppe – Guiotto, Annamaria – Avogaro, Angelo – Cobelli, Claudio 2009. Diabetic gait and posture abnormalities: A biomechanical investigation through three dimensional gait analysis.</p> <p>Kwon, Oh-Yun – Minor, Scott D. – Maluf, Katrina S. – Mueller, Michael J. 2003. Comparison of muscle activity during walking in subjects with and without diabetic neuropathy.</p>	<p>Alaraajojen nivelten liikkuvuus vähenee</p>

Lähdeviite	Diabeteksen aiheuttamat muutokset
<p>Melai, Tom – Schaper, Nicolaas C. – IJzerman, T. Herman – de Lange, Ton L. H. – Willems, Paul J. B. – Meijer, Kenneth – Lieveerse, Aloysius G. – Savelberg, Hans H.C.M. 2013. Increased forefoot loading is associated with an increased plantar flexion moment. Human Movement Science. 32 (4). 785-793.</p> <p>Fang, F. – Wang, Y.-F., Gu, M.-Y. – Chen, H. Wang, D.-M. – Xiao, K. – Yan, S. – Yao, L.-L. – Li, N. – Zhen, Q. – Peng, Y.-D. 2013. Pedobarography – a novel screening tool for diabetic peripheral neuropathy? European review for medical and pharmacological sciences.</p> <p>Kwon, Oh-Yun – Minor, Scott D. – Maluf, Katrina S. – Mueller, Michael J. 2003. Comparison of muscle activity during walking in subjects with and without diabetic neuropathy. Gait and Posture 18. 105-113.</p> <p>Uccioli, Luigi – Giacomozzi, Claudia 2012. The role of Footwear in the Prevention of Diabetic Foot Problems. Teoksessa Veves, Aristidis – Giurini, John M. – LoGerfo, Frank W (editors): The Diabetic Foot. Third edition. Humana Press. 519-531</p> <p>Van Schie, Carine – Slim, F.J. 2012. Biomechanics of the diabetic foot: the road to foot ulceration. Teoksessa Veves, Aristidis – Giurini, John M. – LoGerfo, Frank W. (editors): The Diabetic foot. Medical and surgical management 3rd edition. New York: Humana Press. 205-206, 209</p> <p>Yu, X – Yu, G-R – Chen, Y-X – Liu, X-C 2011. The Characteristics and Clinical Significance of Plantar Pressure Distribution in Patients with Diabetic Toe Deformity: a Dynamic Plantar Pressure Analysis. The Journal of International Medical Research. 39: 2352 – 2359</p>	<p>Plantaarinen paine kasvaa jalkaterän etuosalla</p>
<p>Yu, X – Yu, G-R – Chen, Y-X – Liu, X-C 2011. The Characteristics and Clinical Significance of Plantar Pressure Distribution in Patients with Diabetic Toe Deformity: a Dynamic Plantar Pressure Analysis. The Journal of International Medical Research. 39: 2352 – 2359</p> <p>Mueller, Michael J. – * – Hastings, Mary – Pilgram, Thomas K. – Commean, Paul K. – Robertson, Douglas – Smith, Kirk E. – Johnson, Jeffrey 2003. Forefoot structural predictors of plantar pressures during walking in people with diabetes and peripheral neuropathy. Journal of Biomechanics 36. 1009–1017.</p>	<p>Virheasennot kuten vasaravarpaat kasvatavat etuosan plantaarista painetta</p>

Lähdeviite	Diabeteksen aiheuttamat muutokset
<p>Van Schie, Carine – Slim, F.J. 2012. Biomechanics of the diabetic foot: the road to foot ulceration. Teoksessa Veves, Aristidis – Giurini, John M. – LoGerfo, Frank W. (editors): The Diabetic foot. Medical and surgical management 3rd edition. New York: Humana Press. 205-206, 209</p>	<p>Virheasennot kuten vasaravarpaat kasvatavat etuosan plantaarista painetta</p>
<p>Skopljak, Amira – Sukalo, Aziz – Batic-Mujanovic, Olivera – Muftic, Mirsad – Tiric-Campara, Merita – Zunic, Lejla 2014. Assessment of Diabetic Polyneuropathy and Plantar Pressure in Patients with Diabetes Mellitus in Prevention of Diabetic Foot. Medical archives 68(6). 389-393.</p> <p>Van Schie, Carine – Slim, F.J. 2012. Biomechanics of the diabetic foot: the road to foot ulceration. Teoksessa Veves, Aristidis – Giurini, John M. – LoGerfo, Frank W. (editors): The Diabetic foot. Medical and surgical management 3rd edition. New York: Humana Press. 205-206, 209</p>	<p>Jalkaterän virheasentojen, neuropatian ja muuttuneen plantaaripaineen välillä on yhteys</p>
Lähdeviitteet	Yksilöllisten tukipohjallisten vaikutukset
<p>Burns, J. – Wegener, C. – Begg, L. – Vicaretti, M – Fletcher, J. 2009. Original article: Complications randomized trial of custom orthoses and footwear on foot pain and plantar pressure on diabetic peripheral arterial disease. Diabetic medicine UK. s. 893-899.</p> <p>Bus, Sicco A – Ulbrecht, Jan S. – Cavanagh, Peter R. 2004. Pressure relief and load redistribution by custom-made insoles in diabetic patients with neuropathy and foot deformity. Clinical Biomechanics 19. 629-638.</p> <p>Chen, Wen-Ming – Lee, Sung-Jae – Lee, Peter Vee Sin 2014. Plantar pressure relief under the metatarsal heads – Therapeutic insole design using three-dimensional finite element model of the foot. Journal of Biomechanics. Volume 48. Issue 4. 659-665.</p> <p>Fernandez, M. – Lozano, R. – Diaz, M. – Jurado, M. – Hernandez, D. – Montesinos, J. 2013. How effective is orthotic treatment on patients with recurrent diabetic foot ulcers? Journal of the American Podiatric Medical Association. Original articles.</p> <p>Tang, Ulla Hellstrand – Zügner, Ronald – Lisovskaja, Vera – Karlsson, Jon – Hagberg, Kerstin – Tranberg, Roy 2014. Comparison of plantar pressure in three types of insole given to patients with diabetes at risk of developing foot ulcers – A two-year, randomized trial. Journal of Clinical & Translational Endocrinology. Volume 1, Issue 4. Elsevier. 121-132</p>	<p>Tasaavat/jakavat plantaarista painetta</p>

<p>Bus, Sicco A – Ulbrecht, Jan S. – Cavanagh, Peter R. 2004. Pressure relief and load redistribution by custom-made insoles in diabetic patients with neuropathy and foot deformity. <i>Clinical Biomechanics</i> 19. 629-638.</p> <p>Chen, Wen-Ming – Lee, Sung-Jae – Lee, Peter Vee Sin 2014. Plantar pressure relief under the metatarsal heads – Therapeutic insole design using three-dimensional finite element model of the foot. <i>Journal of Biomechanics</i>. Volume 48. Issue 4. 659-665.</p> <p>Fernandez, M. – Lozano, R. – Diaz, M. – Jurado, M. – Hernandez, D. – Montesinos, J. 2013. How effective is orthotic treatment on patients with recurrent diabetic foot ulcers? <i>Journal of the American Podiatric Medical Association</i>. Original articles.</p>	<p>Vähentävät huippupainetta</p>
<p>Bus, Sicco A – Ulbrecht, Jan S. – Cavanagh, Peter R. 2004. Pressure relief and load redistribution by custom-made insoles in diabetic patients with neuropathy and foot deformity. <i>Clinical Biomechanics</i> 19. 629-638.</p> <p>Tang, Ulla Hellstrand – Zügner, Ronald – Lisovskaja, Vera – Karlsson, Jon – Hagberg, Kerstin – Tranberg, Roy 2014. Comparison of plantar pressure in three types of insole given to patients with diabetes at risk of developing foot ulcers – A two-year, randomized trial. <i>Journal of Clinical & Translational Endocrinology</i>. Volume 1, Issue 4. Elsevier. 121–132</p>	<p>Lisäävät jalkaterän keskiosan kuormittumista</p>
<p>Lo, Wai Ting – Yick, Kit Lun – Pui, Sun – Yip, Joanne 2014. New methods for evaluating physical and thermal comfort properties of orthotic materials used in insoles for patients with diabetes. <i>Journal of rehabilitation research & development</i>. Volume 51, number 2. 311-324.</p> <p>Burns, J. – Wegener, C. – Begg, L. – Vicaretti, M – Fletcher, J. 2009. Original article: Complications randomized trial of custom orthoses and footwear on foot pain and plantar pressure on diabetic peripheral arterial disease. <i>Diabetic medicine UK</i>. s. 893-899.</p> <p>Chen, Wen-Ming – Lee, Sung-Jae – Lee, Peter Vee Sin 2014. Plantar pressure relief under the metatarsal heads – Therapeutic insole design using three-dimensional finite element model of the foot. <i>Journal of Biomechanics</i>. Volume 48. Issue 4. 659-665.</p>	<p>Ennaltaehkäisevät haavoja ja amputaatioita</p>

Lähdeviitteet	Yksilöllisten tukipohjallisten vaikutukset
<p>Fernandez, M. – Lozano, R. – Diaz, M. – Jurado, M. – Hernandez, D. – Montesinos, J. 2013. How effective is orthotic treatment on patients with recurrent diabetic foot ulcers? Journal of the American Podiatric Medical Association. Original articles.</p> <p>Nissén, Michael – Liukkonen, Irmeli 2012. Diabeetikon jalkaongelmien ehkäisy ja hoidon järjestäminen. Teoksessa Liukkonen, Irmeli – Saarikoski, Riitta (toim.): Jalat ja terveys. 4. painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. 680</p>	Ennaltaehkäisevät haavoja ja amputaatioita
<p>Ahonen, Jarmo – Kantola, Matti – Liukkonen, Irmeli 2012: Ortoositerapian periaatteet. Teoksessa Liukkonen, Irmeli – Saarikoski, Riitta (toim.): Jalat ja terveys. 4. painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. 400-420.</p> <p>Chen, Y. C. – Su, F. C. – Huang, C.Y. 2007. Effects of the shoes and insoles on gait patterns in the flatfoot. Presentation 0560, Prosthetics and Orthotics 2. 11:00, Room 105.</p>	Kontrolloivat pronaaatiota
<p>Chen, Y. C. – Su, F. C. – Huang, C.Y. 2007. Effects of the shoes and insoles on gait patterns in the flatfoot. Presentation 0560, Prosthetics and Orthotics 2. 11:00, Room 105.</p>	Pidentävät askelpituutta